

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Návrh lepeného spoje příčky velkoobjemové police

Bond proposal of volume shelf part

Student:

Aleš Daněček

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marek Pavlica

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

## Zadání bakalářské práce

Student: **Aleš Daněček**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie  
Téma: **Návrh lepeného spoje příčky velkoobjemové police**  
**Bond Proposal of Volume Shelf Part**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky lepení.
2. Proved'te rozbor stávající technologie výroby.
3. Navrhněte novou technologii pomocí lepení.
4. Zpracujte výsledky zkoušek lepených vzorků.
5. Proved'te technicko - ekonomické zhodnocení stávající a navržené technologie.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] HABENICHT G. *Applied Adhesive Bonding: A Practical Guide for Flawless Results*. WILEY-VCH Verlag GmbH and KGaA, Weinheim 2009. ISBN 978-3-527-32014-1.  
[2] ADAMS R.D: *Adhesive Bonding - Science, Technology, Applications* Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK, 2005. ISBN 1-85573-741-8.  
[3] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.  
[4] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 2. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.

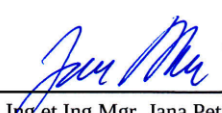
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marek Pavlica**


Konzultant bakalářské práce: doc. Ing. Robert Čep, Ph.D.

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013

  
Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Fakulta strojní VŠB-TU Ostrava

Bakalářská práce

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....20.5.2013.....

.....*Alb. Daniel*.....  
podpis studenta

Fakulta strojní VŠB-TU Ostrava

Bakalářská práce

## Prohlašuji že

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se úplně vztahuje zákon č.121/2000 Sb.- autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední- knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/ 1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách) ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 20.5.2013



Aleš Daněček

Stachovice 110

742 45 Fulnek

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

DANĚČEK, Aleš. Návrh lepeného spoje příčky velkoobjemové police. Ostrava: katedra obrábění a montáže, Fakulta strojní VŠB- Technická univerzita Ostrava, 2013, 47s. Bakalářská práce, vedoucí Pavlica, Marek.

Bakalářská práce se zabývá návrhem lepeného spoje velkoobjemové police. V úvodu je proveden rozbor problematiky lepení a stávající technologie výroby a volba představitele, pro kterého byla navržena nová technologie výroby. V rámci možností firmy byly pro novou technologii výroby zvoleny patčříčně vyhovující lepidla. Při lepení příček otvorů byly použity lepidla od firmy loctite, které byly podrobeny mechanickými zkouškami.

Na základě ekonomických hodnotících ukazatelů používaných firmou Pars Komponenty s.r.o., byla navržena technologie porovnána se stávající technologií výroby.

## **ANNOTATION OF THESIS**

DANECEK, Ales. bond proposooal of volume partition shelf. Ostrava: Department of Machining and Assembly, Faculty of Engineering VSB-Technical University of Ostrava, 2013, 47s. Thesis, head Pavlica, Marek.

This thesis deals with the bond volume shelves. The introduction is an analysis of the issue of bonding and existing technology and election officials, for whom he has designed a new technology. The company's possibilities were for the new production technology chosen patčříčně suitable adhesive. When gluing the walls holes were used adhesives from Loctite, which were subjected to mechanical tests.

Based on the evaluation of economic indicators used by Pars Components Ltd., was proposed technology compared with current production technology.

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Seznam použitého značení .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1 Úvod do problematiky lepení .....</b>  | <b>7</b>  |
| 1.1 Výhody a nevýhody lepených spojů:.....  | 10        |
| 1.2 Monomery a Polymery .....   | 12        |
| 1.3 Smáčení .....   | 16        |
| 1.4 Povrchová energie .....   | 17        |
| 1.5 Vlastní technologie lepení, postup: .....                                       | 17        |
| 1.6 Konstrukce lepených spojů.....  | 18        |
| 1.7 Příprava povrchu.....   | 20        |
| 1.8 Namáhání lepeného spoje:.....   | 23        |
| 1.9 Druhy lomů lepených spojů.....  | 24        |
| 1.10 Členění lepidel .....  | 25        |
| <b>2 Rozbor stávající technologie.....</b>  | <b>29</b> |
| 2.1 Volba představitele výroby.....   | 30        |
| 2.2 Materiál součásti.....  | 32        |
| 2.3 Technologický postup stávající technologie.....                                 | 33        |
| <b>3 Návrh nové technologie výroby pomocí lepení .....</b>                          | <b>36</b> |
| 3.1 Použité lepidla .....   | 36        |
| <b>4 Zpracování výsledků zkoušek lepených vzorků .....</b>                          | <b>40</b> |
| 4.1 Příprava.....   | 40        |
| 4.2 Vzorky lepení .....   | 41        |
| 4.3 Zkouška na krut u zalepených vložek.....  | 42        |
| 4.4 Zkouška na smyk u zalepených vložek .....                                       | 44        |
| 4.5 Zhodnocení měření .....   | 45        |
| <b>5 Technicko – ekonomické zhodnocení stávající a navrhnuté technologie .....</b>  | <b>46</b> |
| 5.1 Stanovení normo minut pro stávající technologii a navrhovanou technologii ..... | 46        |
| 5.2 Výpočet dávkového času pro stávající a navrhovanou technologii.....             | 47        |
| 5.3 Výpočet úspory nákladů pro stávající a navrhovanou technologii.....             | 49        |
| <b>6 Závěr.....</b>   | <b>52</b> |

## Seznam použitého značení

|                  |                        |                      |
|------------------|------------------------|----------------------|
| A                | tažnost                | [%]                  |
| C                | uhlík                  | [%]                  |
| Cl               | Chlor                  |                      |
| Cr               | Chrom                  | [%]                  |
| Cu               | Měď                    | [mJ/m <sup>2</sup> ] |
| E                | Modul pružnosti v tahu | [GPa]                |
| F                | Fluor                  |                      |
| Fe               | Železo                 | [mJ/m <sup>2</sup> ] |
| H                | Vodík                  |                      |
| H <sub>2</sub> O | Voda                   | [mJ/m <sup>2</sup> ] |
| Mn               | Mangan                 | [%]                  |
| N                | dusík                  | [%]                  |
| P                | fosfor                 | [%]                  |
| PVC              | Polyvinylchlorid       | [mJ/m <sup>2</sup> ] |
| PE               | Polyetylen             | [mJ/m <sup>2</sup> ] |
| PP               | Popypropylen           | [mJ/m <sup>2</sup> ] |
| PTFE             | Polytetrafluoretylen   | [mJ/m <sup>2</sup> ] |
| R <sub>e</sub>   | Mez kluzu              | [MPa]                |
| R <sub>m</sub>   | mez pevnosti           | [MPa]                |
| S                | síra                   | [%]                  |
| Si               | Křemík                 | [%]                  |
| Ti               | Titan                  | [mJ/m <sup>2</sup> ] |

# 1 Úvod do problematiky lepení

Zvyšování technické úrovně konstrukcí v oblasti spojování klasických i novodobých materiálů vedlo po druhé světové válce ke značnému rozmachu výroby syntetických lepidel, pojiv a tmelů a souběžně s tím k vývoji technologií umožňujících jejich racionální využití.

Ve srovnání s klasickými metodami spojování, tj. nýtování, svařování, stloukáním, šroubováním a sešíváním, poskytuje lepení nové kombinační možnosti a dovoluje získat spoje takových tvarů a vlastností, které nejsou dosažitelné běžnými způsoby spojování.

Za optimální pevnost konstrukčně použitelných lepených spojů v hlavních kritériích namáhání (ve styku, rázové pevnosti a odlupování) se považují hodnoty odpovídající hodnotám spojovaného materiálu.

Nelze však očekávat, že každé lepidlo poskytne pevné spoje na všech druzích materiálu. I když některá lepidla, např. epoxidová a chloroprenová, lze s úspěchem použít k lepení řady materiálů, nelze je přesto považovat za univerzální. Univerzální lepidla prostě neexistují. Jen s určitými druhy lepidel, na konkrétních materiálech a za určitých pracovních podmínek je možné dosáhnout spoje s optimálními vlastnostmi v určitém směru. [2]

V současnosti se technologie lepení stala jednou ze základních technologií spojování kovů, plastů i kombinovaných systémů materiálů téměř ve všech průmyslových odvětvích. Oproti ostatním technologiím není při technologii lepení téměř nikdy (mimo chemické účinky) ovlivněn základní materiál lepeného spoje (oproti svarům, vrubům, obrábění apod.). Důležité parametry technologie lepení jsou efektivnost a ekonomičnost. To se projevuje především v automobilovém a leteckém průmyslu.

Základní úlohou technologa v oblasti technologie lepení, je volba vhodného typu lepidla pro spojení daného materiálu, nebo naopak pro určitý typ lepidla nalézt vhodný druh aplikace. Ve většině případů se jedná o úlohu obecnou, kdy je nutné nalézt vhodné lepidlo současně s vhodnou aplikací.(zejména typ a úprava lepeného podkladu). Současně s tímto je nutné nalézt, resp. Zohlednit všechny další aspekty této technologie.(úprava povrchů, procesy aplikace, způsob nanášení, chování lepidla během procesní lepení apod.)

Celková pevnost lepeného spoje je závislá především na dvou nejdůležitějších činitelích, adhezi a kohezi. [9]

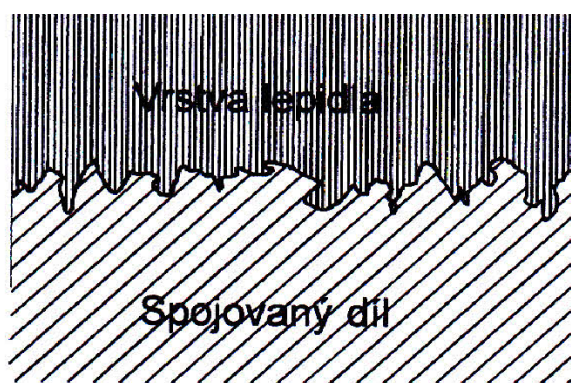


## Adheze (přilnavost)

Vzájemné přitahování dvou povrchů adhezními silami. Adheze souvisí s molekulovou strukturou lepidla a je výsledkem působení fyzikálních sil, mezimolekulárních a chemických vazeb.

### Mechanická adheze

Jako jedna z prvních teorií adheze, která vzniká „Zaháčkovaním“ vrstvy lepidla na povrchu a vytváří tvarový spoj. O mechanické adhezi mluvíme pouze u velmi porézních materiálů. [1]



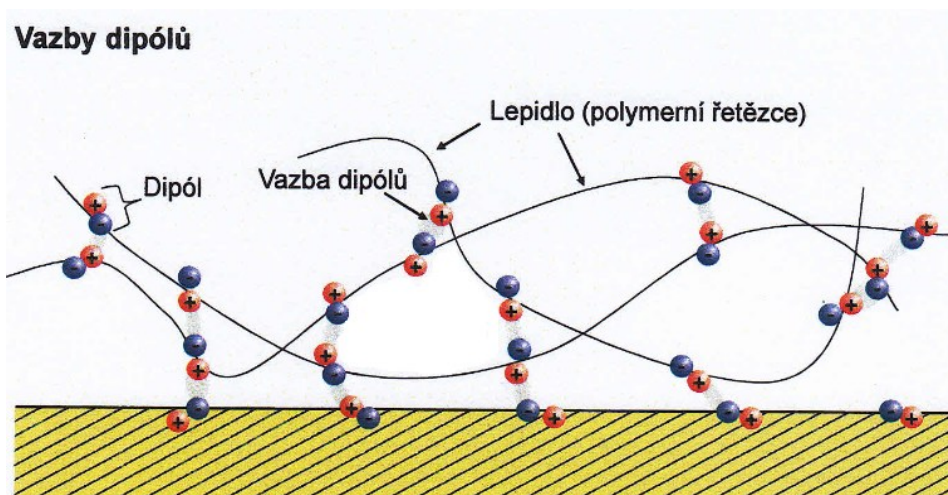
Obr.č.1.1: Mechanická adheze[1]

### Specifická adheze

Při vzniku dipólů dochází ke slučování atomů molekul a elektrony nejsou rozdělovány mezi atomy vždy stejnoměrně. Atomy mají rozdílné tendence přitahovat k sobě elektrony. Snaha atomů přitahovat k sobě elektrony se nazývá elektronegativita a ta má za důsledek vznik dipolových vazeb. Čím je číslo elektronegativity větší, tím více elektrony přitahují slabší prvky. [1]

Tab.1.1:Elektronegativita vybraných prvků[1]

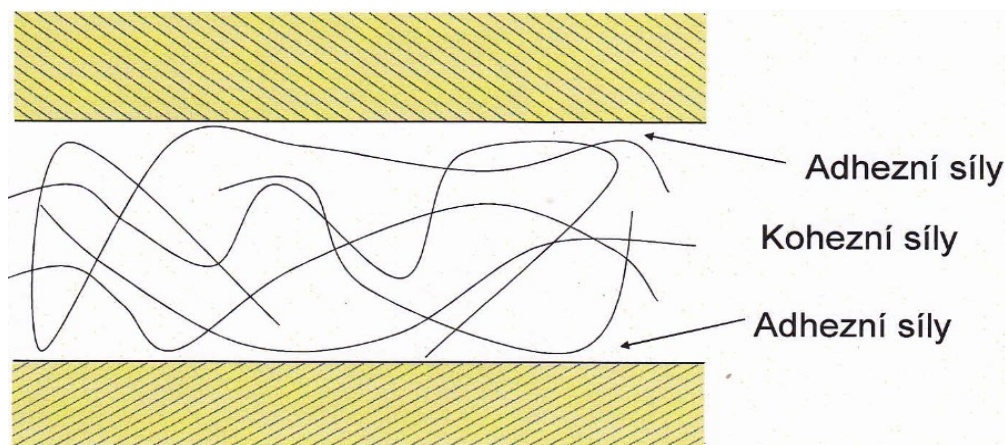
| Prvek          | Elektronegativita |
|----------------|-------------------|
| F              | 4,0               |
| O <sub>2</sub> | 3,5               |
| Cl             | 3,0               |
| C              | 2,5               |
| H              | 2,1               |



Obr.č.1.2: Vazby dipólů[1]

### Koheze (vnitřní pevnost)

Charakterizuje stav látky (lepidla), ve kterém drží její částice působením mezimolekulárních a valenčních sil pohromadě. Velikost koheze udává tzv. kohezní energie, což je velikost energie potřebná k odtržení jedné částičky od ostatních.



Obr.č.1.3: Vazebné síly v lepeném spoji[1]

Podmínkami pro vytvoření kvalitního lepeného spoje se všemi jeho kladnými vlastnostmi jsou především vhodná konstrukce spoje, vhodná kombinace lepený materiál-použité lepidlo a dodržení technologického postupu výroby lepeného spoje. [9]

## 1.1 Výhody a nevýhody lepených spojů:

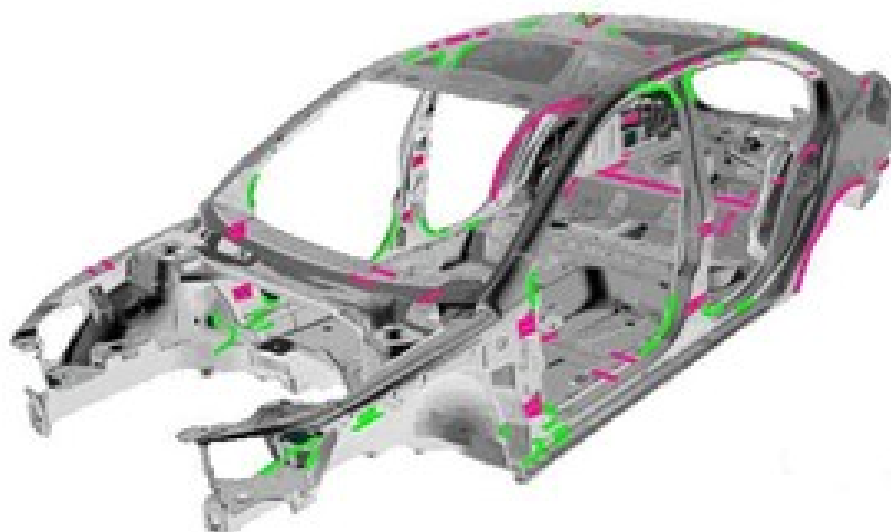
### Výhody:

- Rovnoměrné rozložení pnutí
- Žádný tepelný vliv na strukturu, struktura se nemění
- Žádné deformace konstrukčních dílů
- Možnosti spojování velmi tenkých dílů (např. folií)
- Možnost kombinování všech materiálů
- Možnost kombinace s jinými metodami spojování-kombinace svařování + lepení (viz.obr.č.4)
- Velká dynamická pevnost, velké tlumení chvění
- Využití v automobilovém a železničním průmyslu (viz obr.č.5 a obr.č.6)
- Difuzní bariéra (utěsnění) proti pronikání:
  - prachu
  - vody
  - chemikálii
  - světla
  - větru
  - tepla

### Nevýhody:

- Často malá počáteční pevnost
- Omezená tvarová stálost při tepelném namáhání
- Špatně odhadnutelná závislost na stárnutí
- Náchylnost k plastickému tečení při statické zátěži
- Omezená rozpojitelnost
- Nákladné nedestruktivní zkoušení
- Nákladná povrchová předúprava spojovaných dílů [1]

**Možnosti spojování:**



**Obr.č.1.4: kombinace svařování+lepení[1]**



**Obr.č.1.5: Využití v automobilovém průmyslu[1]**

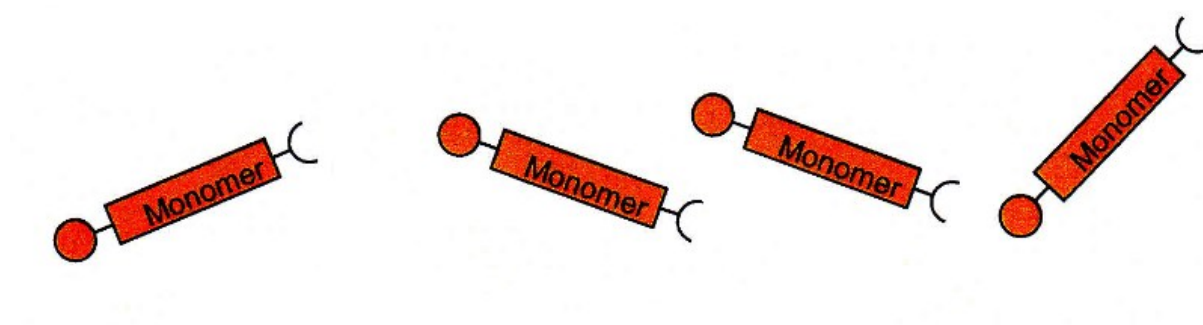


Obr.č.1.6: Využití v železniční dopravě[1]

## 1.2 Monomery a Polymery

### Monomer

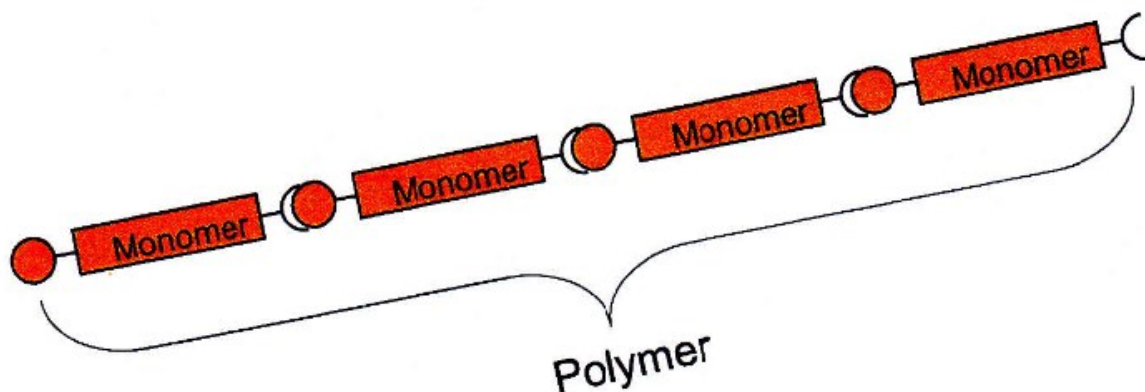
Výchozí produkt lepidla nebo plastu. Aby mohlo dojít k vytvoření makromolekuly, musí výchozí monomer (nízkomolekulární látka) obsahovat reaktivní skupiny a musí mít schopnost vytvořit se sousedními skupinami alespoň dvě chemické vazby. Tudíž, výchozí monomer musí být alespoň dvojfunkční, ale může být i tří-, čtyř- a vícefunkční. [9]



Obr.č.1.7: Monomer

## Polymer

Organická látka, která se zakládá na mnohačetném opakování základní molekuly (monomeru). Typickým příkladem jednoduchého polymeru může být polyetylén, jehož vzorec je  $\text{H}-(\text{CH}_2)_n-\text{H}$ . [9]



Obr.č.1.8: Polymer[1]

## Termoplasty

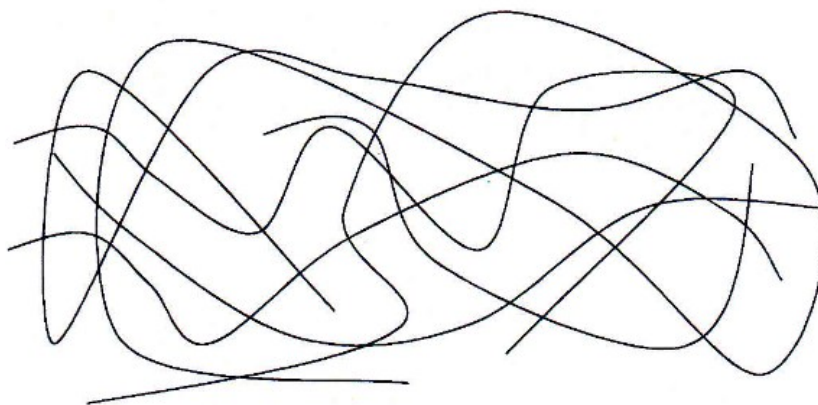
Termoplasty jsou známy jako materiály vhodné pro výrobu součástí a to pomocí vstřikování, vyfukování a odlévání. Řada termoplastů jsou použita jako základ do lepidel.

Pro termoplasty je charakteristické, že jsou tvořeny lineárními nebo mírně rozvětvenými polymerními řetězci, které jsou u semikrystalických polymerů „zpevněny“ oblastmi, kde jsou makromolekuly vysoce uspořádány. [8]

Vlastnosti:

- Polymery nejsou zesíťované
- Tavitelné
- Svařovatelné
- Rozpustné
- Tvrdé až elastické





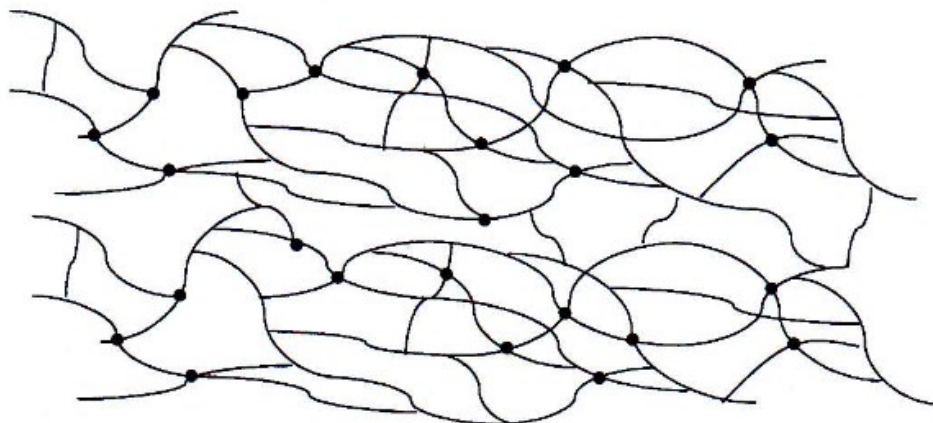
**Obr.č.1.9: Termoplasty[1]**

### **Duromery**

U duromerů byla při jeho přípravě v materiálu vytvořena velmi hustá trojrozměrná síť chemických vazeb. Na rozdíl od elastomerů, které vykazují významné elastické vlastnosti, jsou duromery díky trojrozměrné struktuře velmi křehké. [8]

Vlastnosti:

- Polymery jsou hustě zesíťované
- Netavitelné
- Nesvařovatelné
- Nerozpustné
- Tvrdé
- Při působení vysoké teploty dojde k nevratnému poškození.



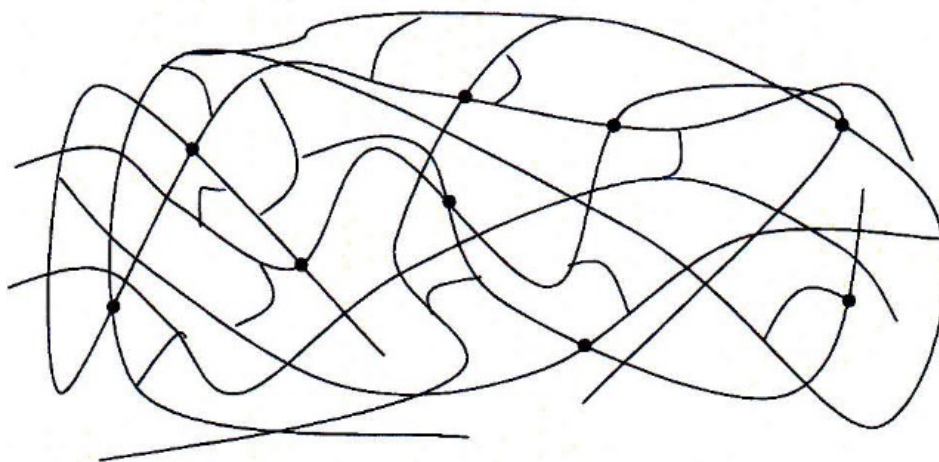
Obr.č.1.10: Duromery[1]

### Elastomery

U toho polymeru nedochází k plastickému toku, neboť polymerní řetězce jsou vzájemněfixovány příčnými vazbami. Při působení vnějších sil dochází k deformaci elastomeru až o stovky % díky konformačním změnám ve struktuře makromolekul. Deformace je vratná a vzorek se po oddálení síly vrátí do původního stavu. [8]

Vlastnosti:

- Polymery jsou řídce zesíťované (velká oka)
- Netavitelné
- Nesvařovatelné
- Nerozpustné
- Elastické

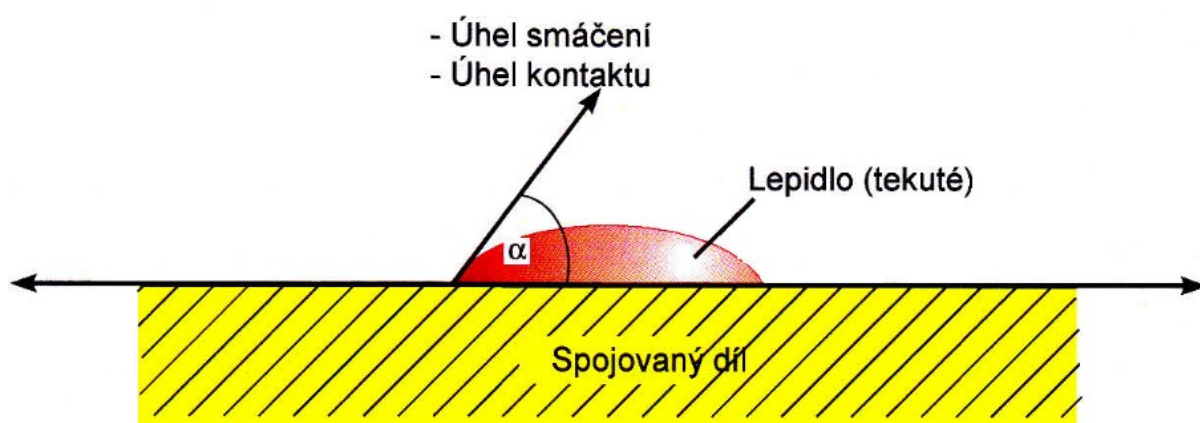


Obr.č.1.11: Elastomery[1]

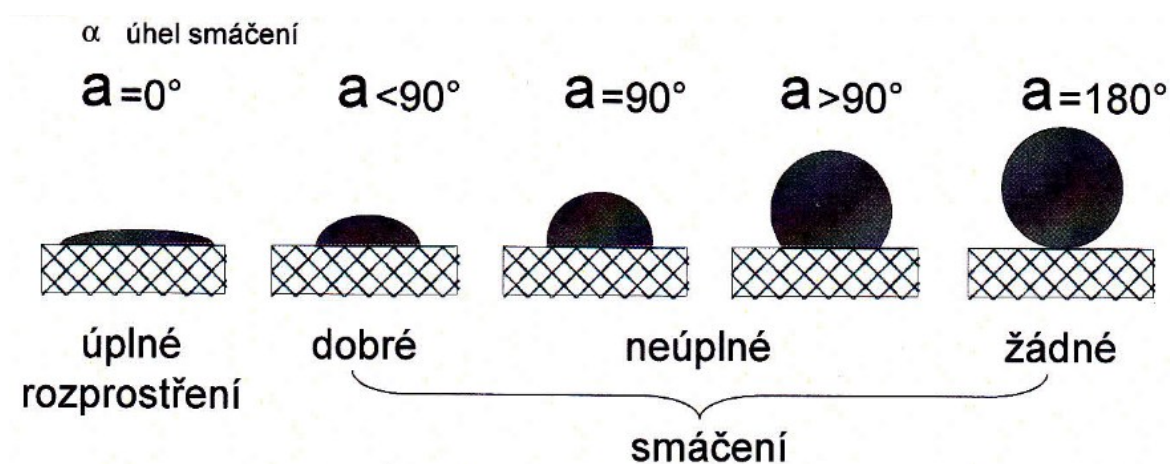


### 1.3 Smáčení

Smáčení je pojem užívaný pro vzájemné přiblížení tekutého lepidla a spojovaného dílu. Smáčení je schopnost tekutých lepidel rozprostřít se na povrchu. Tekuté lepidlo musí dobře smáčet konstrukční díl. Rozhodující vliv na smáčení mají **povrchové energie** (pevné látky) a **povrchová napětí** (kapalina). Smáčení je nezbytným předpokladem pro adhezi. Dobré smáčení neznamená ale vždy dobrou adhezi. [1]



Obr.č.1.12:Smáčení[1]



Obr.č.1.13: Typy smáčení[1]

## 1.4 Povrchová energie

Měření povrchové energie se provádí v laboratořích pomocí přístroje na měření úhlu kontaktu. V praxi využíváme testovací inkoustové fixy se specifickými hodnotami povrchových napětí uděláme na povrchu čáru. Pokud se inkoust slije v kapky, je energie povrchu nižší než testovacích inkoustů. Zůstane-li na povrchu široký pruh inkoustu, je energie povrchu vyšší. Pokud nemáme k dispozici testovací fixy, můžeme využít vodu, která má vlastní povrchovou energii (viz. Tabulka 1) [1]

Tab.č.1: Povrchové energie materiálů [1]

| Materiál             | Povrchová energie<br>[mJ/m <sup>2</sup> ] |
|----------------------|---|
| Fe                   | 2550                                      |
| Ti                   | 2050                                      |
| Cu                   | 1850                                      |
| H <sub>2</sub> O     | 73  |
| Polyamid             | 55  |
| Epoxidová pryskyřice | 47  |
| PVC                  | 40  |
| PE                   | 31  |
| PP                   | 29  |
| Silikon              | 21  |
| PTFE                 | 19  |

## 1.5 Vlastní technologie lepení, postup:

Vlastní postup výroby lepeného spoje má čtyři základní fáze, jimiž jsou:

- a) příprava spojovaného materiálu (adherendu) na lepení
- b) příprava lepidla
- c) Nanášení lepidla
- d) Montáž spoje

### **Příprava spojovaného materiálu (adherendu) na lepení**

Rozhodující je smáčivost adherendu lepidlem. Cílem všech úprav slepovaných povrchů je maximálně zvýšit smáčivost povrchu lepidlem. Mezi základní úpravy povrchů před lepením patří fyzikální (obrábění, broušení, tryskání, kartáčování apod.) a chemické (odmašťování v lázních, tampónem, moření apod.) metody.

### **Příprava lepidla**

Způsob přípravy lepidla závisí na čtyřech základních faktorech:

- Druhu lepidla-chemická struktura, počet složek apod.
- Stav lepidla po uskladnění-doba životnosti
- Způsobu nanášení-velikost a tvar lepených součástí (povrchů)
- Způsobu vytvrzování-teplota a tlak vytvrzování, zplodiny

### **Nanášení lepidla**

Nanášení lepidla je určitá mezifáze, která odděluje přípravné operace od vlastního vytvoření lepeného spoje. Cílem nanášení lepidla je vytvoření souvislé a rovnoměrné vrstvy lepidla určité tloušťky. Ve většině případů se lepidlo nanáší na obě lepené půlk.

### **Montáž spoje, vytvoření pevného spoje**

Lepené díly se pomocí vhodných přípravků zafixují pod předepsaným tlakem k sobě a vytvoří se fyzikální a chemické podmínky pro vznik pevných vazeb, dokud nedojde k vytvoření adhezního spojení. (odpaření, vytvrzení, polymerace apod.) [9]

## **1.6 Konstrukce lepených spojů**

Lepené spoje jsou mechanicky namáhány v tahu, tlaku, smyku, odlupování, rázové pevnosti, v kroucení a podobně. Ne všem těmto vlivům lepidla dobře odolávají. Proto musí být konstrukce upraveny tak, aby byl spoj namáhán co nejméně v odlupování a kroucení, na němž je většina lepidel velmi citlivá. Namáhání se v takových případech soustřeďuje jen do určitých míst spoje, což vede k lokálnímu přetížení a poškození filmu lepidla. Také spoje čelních ploch, tzv. spoje na tupo, namáhané převážně v tahu nebo v lámání, je možno volit jen tehdy, jsou-li spojované plochy dostatečně velké. Optimálních hodnot mechanické pevnosti se za daných podmínek dosahuje použitím spojů s uměle zvětšenou spárou, zejména u spojů jednostranně a oboustranně přeplátovaných, u spojů s jednostrannými nebo oboustrannými příložkami, u spojů čelních ploch s tzv. spárou tvaru V, u spojů násuvných podobně.

Úpravami se zvětší 13geometrický povrch dotykových ploch a dosáhne se takového rozvedení sil, že spoj je zatěžován převážně ve smyku. [2]

Z technologického hlediska je při konstrukci lepených spojů nutné dbát i na to, aby dotykové plochy lepených materiálů byly co nejméně členité a po slepení nevyžadovaly další úpravy. Lepení souboru by mělo probíhat vždy v jedné operaci, aby nevznikly časové ztráty a aby předchozí spoj nebyl dodatečně zatěžován vyšší teplotou a tlakem. Lepenou konstrukci je třeba rozdělit na části co nejméně složité a vhodné na lepení. Při lepení je třeba dodržovat technologický předpis. Treba se vyhnout dvojitému lepení.

Není vhodné lepit dílce, které jsou při montáži vystavené odlupujícím silám. Na lepení se nehodí dílce s velikým a složitým zakřivením. Mechanické namáhání musí být rozděleno rovnoměrně a nesoustředilo se pouze v místě spoje. Spoj musí být namáhán v tahu a smyku a minimálně namáhán v odlupování. Plocha spoje musí být dostatečně velká a napětí v celém lepeném spoji musí být rovnoměrně rozdělené. Lepené materiály by měli mít v místě spoje stejné anebo podobné koeficienty roztažnosti. Nejběžnější jsou jednoducho přeplátované spoje. Lepších výsledků se dosahuje u tenkých adherendů. Po lepení se můžou v místě spoje vrtat otvory a například nýtovat. Lepidlo si konstruktér vybírá dle požadované pevnosti spojů, dle technologie zpracování lepidla a samozřejmě podle ceny. Pro většinu spojů platí, že pevnost spojů ve smyku není příliš závislá v rozmezí tloušťky vrstvy lepidla 0,05 - 0,4 mm. Pevnost spojů ve smyku zpravidla stoupá s pevností adherendu. [2]

### **Velkoplošné spoje**

Nejjednodušším typem lepeného spoje je spoj velkoplošný. Je častý hlavně při povrchových úpravách deskových materiálů a sendvičových konstrukcí za pomoci nábytkových krytin (laminátů), fólií, tapet, plechů a podobně. Respektování požadavků materiálové symetrie souboru je nutné, především tehdy, spojují-li se materiály s rozdílnou délkovou roztažností a materiály objemově nestálé, tj. bobtnající nebo smršťující se podle změn vlhkosti a teploty prostředí. Velkoplošné spoje se dále využívají při výrobě vícevrstevných materiálů, například laminátů, sklo laminátů, kombinované lamináty z kovů a plastů. [2]

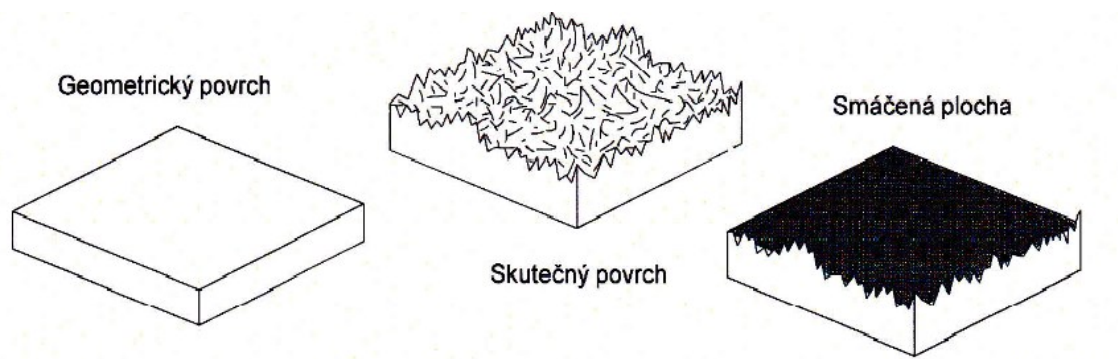
### **Přeplátované spoje**

Spoje jednostranně přeplátované jsou rovněž plošné spoje a využívají se zejména při lepení tenkých materiálů, například lepení plechů. V těchto případech lze totiž zanedbat vliv ohybového momentu, vznikající následkem excentricky zatíženého spoje u souborů tlustších

adherendů. U jednostranně připlátovaných spojů se soustřeďuje takové napětí především na obou koncích překlátování a působí zde jako síla podporující odlupování. [2]

### Povrchové úpravy

Cílem přípravy povrchu je zlepšení adheze (smáčení) a zabránění podoxidování lepidla. Povrchová úprava adherendu je jednou z nejdůležitějších operací při lepení. Navrhuje se podle druhu a stavu lepeného materiálu, podle druhu lepidla a pro dlouhodobou životnost spoje.



Obr. č.1.14: Mechanické předúpravy povrchu[1]

## 1.7 Příprava povrchu

- Očištění povrchu (při velkém znečištění)
- Vytvoření stanovené plochy k lepení (např. odstranění otřepů)
- Kritéria pro výběr čistícího prostředku:
  - Materiál spojovaného dílu
  - Schopnost odpaření
  - Náklady
  - Likvidace
  - Proces

### Metody předúpravy povrchů:

- Mechanická: Odmastit, Tryskání, broušení
- Chemická: Použití primeru
- Tepelná: Opalování plamenem
- Plazmatická: Corona, atmosférická, nízkotlaká plazma

**Mechanické předúpravy povrchu:**

- Odstranění vrstev zabraňujících adhezi
- Zvětšení smáčené plochy
- Odstranění zoxidovaných vrstev
- Zvětšení smáčené plochy
- Aktivace: Přivedení energie do povrchu (u tryskání)
- Vědět jaké lepidlo budeme používat po tryskání a broušení

**Chemické předúpravy povrchů (použití primeru):**

Cíl:

- Optimální navázání lepidla na povrch
- Doplnkové očištění pomocí rozpouštědla
- Prostředek zvyšující přilnavost se váže na povrch a lepidlo
- Zlepšení přilnavosti
- Zvýšení odolnosti proti stárnutí
- Zakonzervovat stav povrchu

➤ **Výběr a zpracování primeru:**

- Výběr primeru závisí na druhu lepidla a povrchu spojovaného dílu
- Nesmí se používat primer s prošlou lhůtou použití
- Primer musíme před použitím vždy nejprve pořádně protřepat
- Otevřená balení ihned označit datem
- Správné dávkování primeru
- Dodržovat dobu odvětrání [1]

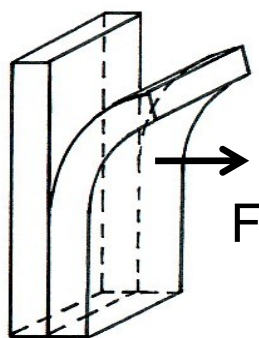
**Tepelná předúprava povrchu:**

Tab.č.1.2: Tepelné předúpravy povrchu[1]

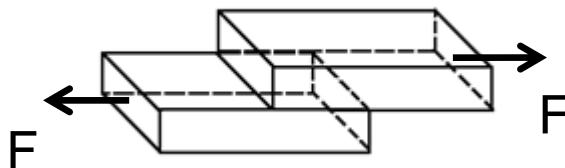
| Předúprava povrchu teplem a plazmou |   |   |                                |   |
|-------------------------------------|---|---|--------------------------------|---|
| Postupy                             | Výhody                                    | Nevýhody  | Trvanlivost                    | Zvláštnosti                                 |
| Opalování<br>plamenem               | Aplikace<br>předúpravy<br>přímo na místě. | Špatná<br>reprodukovatelnost<br>při manuální aplikaci,<br>otevřený plamen | Velmi krátká<br><br>(do 5 min) | Jen pro<br>tlustostěnné<br>konstrukční díly |
| Corona                              | Možnost<br>kontinuálního<br>procesu       |   | Krátká                         | Pro folie                                   |
| Atmosférická<br>plazma              |   |   | Krátká                         | Také pro kovy a<br>sklo                     |
| Nízkotlaká<br>plazma                | Velmi dobrá<br>průchodnost do<br>skulin   | Nemožnost<br>kontinuálního procesu  | Velmi dlouhá                   | Studený proces                              |

## 1.8 Namáhání lepeného spoje:

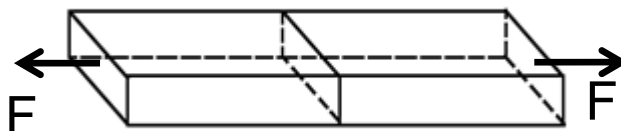
- a) Namáhání loupáním- Tento spoj má z těchto tří namáhání nejmenší pevnost a proto se musíme tomuto namáhání vyvarovat.
- b) Namáhání smykem- Tento spoj má největší pevnost, proto lepený spoj navrhujeme tak, aby v lepené ploše bylo rozhodující namáhání právě smykové.
- c) Namáhání tahem- Součástí spojujeme natupo se zkosením pod úhlem  $30^\circ$ , nebo jako přeplátované. Mají menší pevnost jako spoje namáhané smykem. [7]



Obr.č.1.15:Namáhání loupáním



Obr.č.1.16:Namáhání smykem



Obr.č.1.17:Namáhání tahem

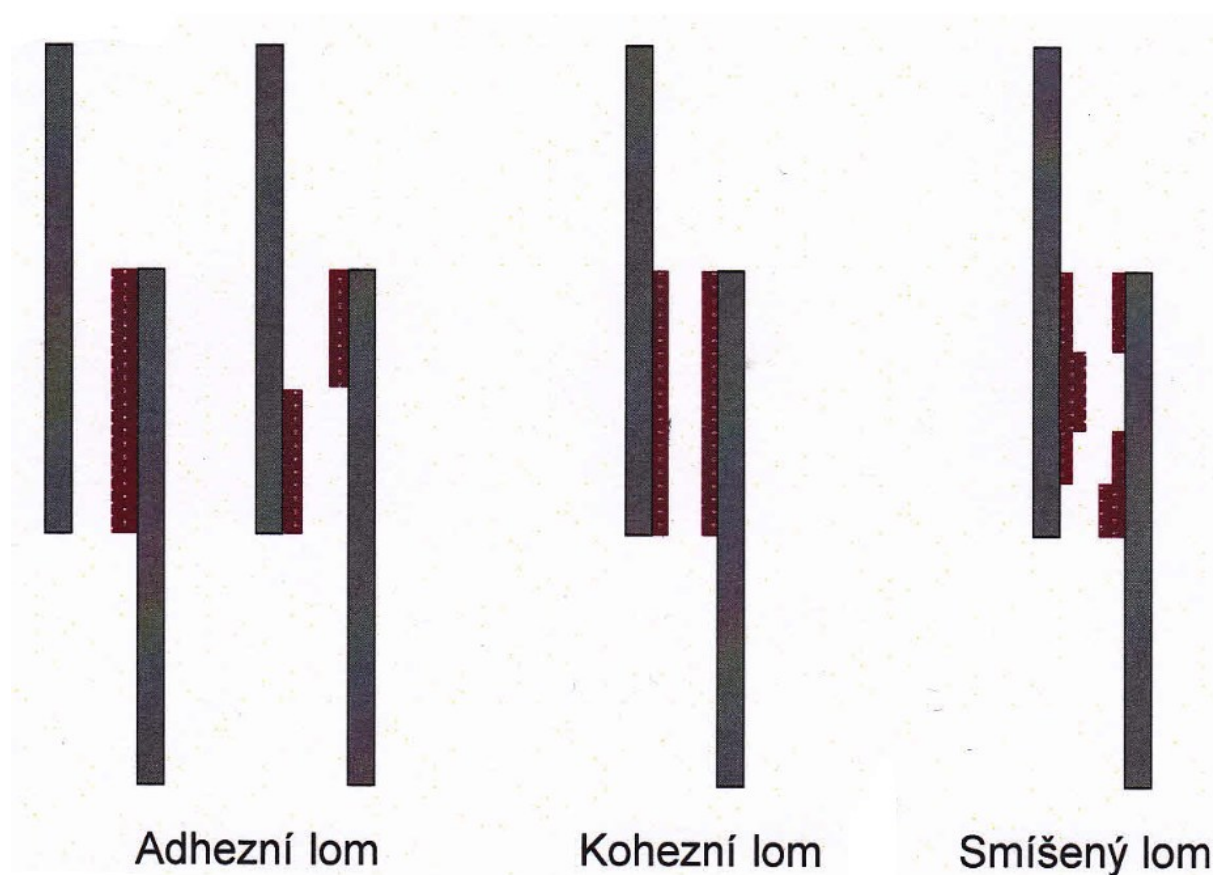


## 1.9 Druhy lomů lepených spojů

**Adhezní lom** – destrukce spoje, při které nastane oddělení adheziva od adherendu.

**Kohezní lom** – destrukce spoje, při které trhlina probíhá materiálem lepidla. Znamená to, že adheze mezi lepidlem a adherendem je větší, než koheze lepidla.

**Smíšený lom** – je kombinace předchozím případů porušení. Pro lepší popis bývá výskyt jednotlivých typů lomů vyjádřen procentuálně.



Obr.č.1.18:Druhy lomů[1]

## 1.10 Členění lepidel

**Existuje mnoho různých možností členění:**

- Podle počtu složek lepidla
- Podle chemického základu lepidla
- Podle třídy pevnosti
- Podle mechanismu zpevňování lepidla

**Členění podle počtu složek:**

- 1- složková
  - Epoxidové pryskyřice
  - Polyuretany
  - Akryláty
  - Silikony
- 2- složková
  - Epoxidové pryskyřice
  - Polyuretany
  - Akryláty
  - Silikony
- 3- složková
  - Akryláty
  - Epoxidové pryskyřice

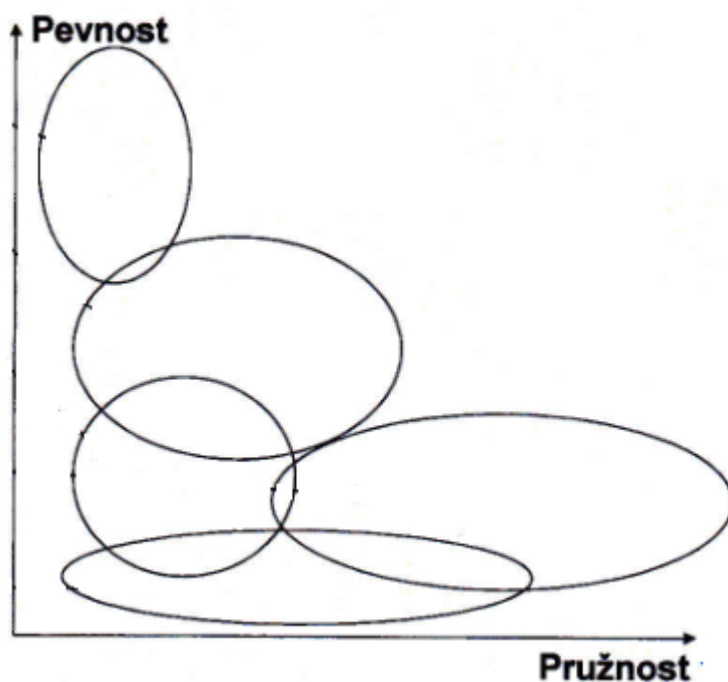
**Členění podle chemického základu:**

- Organické sloučeniny
  - Přírodní báze: Bílkoviny, Uhlohydráty, Pryskyřice
  - Syntetická báze: Akryláty, PUR, Epoxidy
- Anorganické sloučeniny
  - Křemíková organ. báze: silikony
  - Keramická báze: Silikáty, Fosfáty

**Členění podle třídy pevnosti:**

- Strukturální lepení
- Semistrukturální lepení
- Fixační lepení

- Elastické lepení
- Těsnící lepení



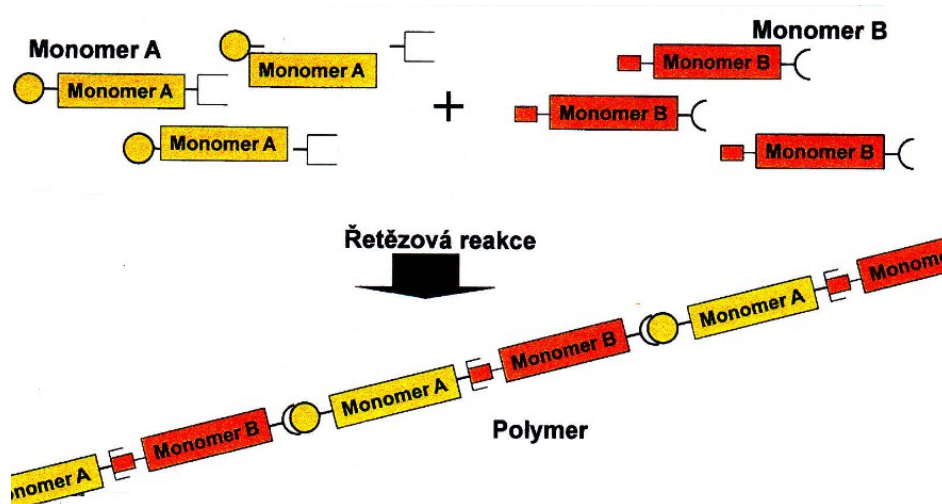
Obr.č.1.19: Členění podle pevnosti[1]

#### Členění podle mechanismu zpevňování:

- Reakční lepidla- Malé molekuly (tzv. monomery) se chemickou reakcí spojují do dlouhých, částečně zesíťovaných molekul (tzv. polymerů).
- Tuhnoucí lepidla- U těchto lepidel jsou polymery již vytvořené. Tato lepidla ale musí být ještě částečně tekutá, aby mohla smáčet, poté ztuhnout. Zpevňují se vlivem fyzikálního procesu.
  - Ztuhnutím- Tavná lepidla
  - Odpařením- Rozpouštědlová lepidla, Disperzní lepidla, Kontaktní lepidla
  - Trvale lepivá- Lepidla citlivá na tlak

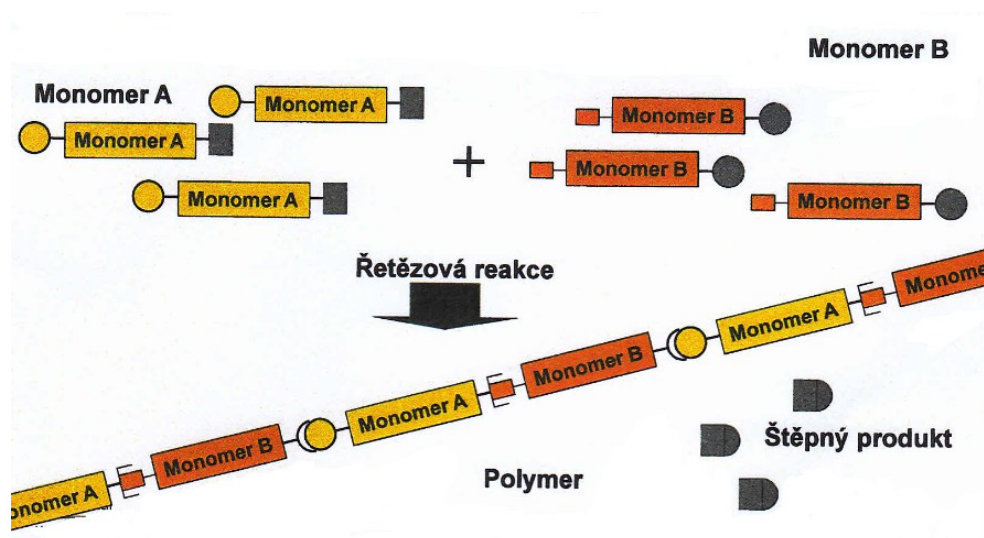
#### Reakční lepidla

- Polyadice- reagují spolu 2 druhy monomerů (Epoxidové pryskyřice, polyuretany)



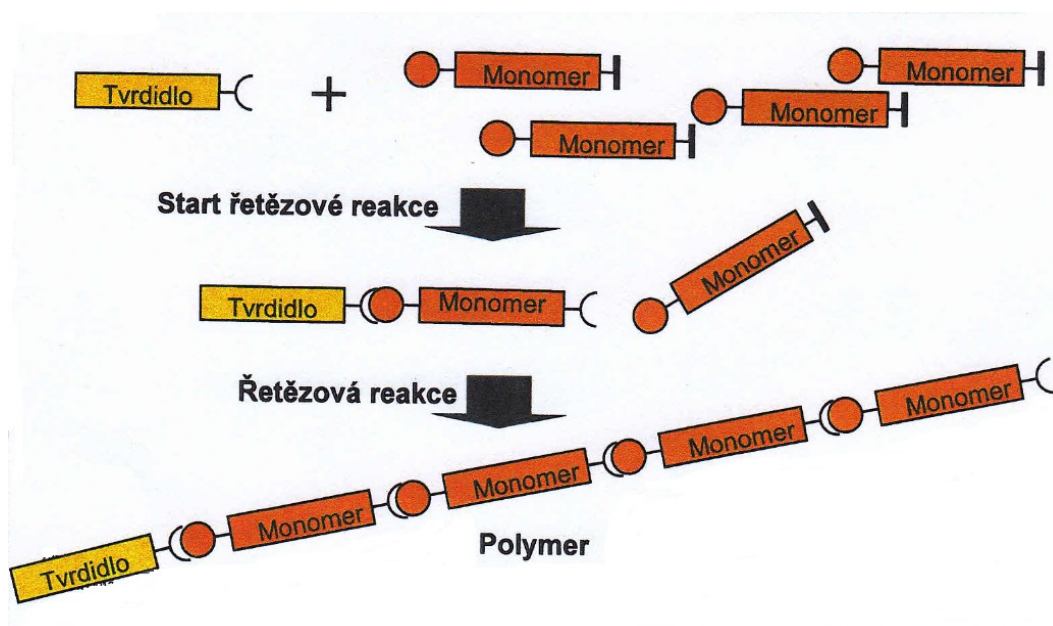
Obr.č.1.20: Polyadice[1]

- Polykondenzace-reagují spolu dva druhy monomerů a uvolňuje se štěpný produkt (Silikony, MS polymery)



Obr.č.1.21: Polykondenzace[1]

- Polymerace- reaguje tvrdidlo+ jeden druh monomeru (Sekundová lepidla, Anaerobní lepidla, lepidla vytvrzující zářením) [1]



Obr.č.1.22:Polymerace[1]

## 2 Rozbor stávající technologie

V roce 1900 byla ve Studénce založena Vagonka se záměrem vyrábět železniční kolejová vozidla. V průběhu její historie došlo k několika změnám názvu (Moravskoslezská Vagonka, ČKD Vagonka...). Po roce 1990 prochází obdobím velkých změn, jejichž výsledkem bylo zeštíhlení firmy. To znamenalo delimitovat některé výroby mimo podnik, což výrazně přispělo ke vzniku firmy Pars Komponenty s.r.o., která se rozhodla odkoupit know-how na výrobu vagonových komponentů. V roce 1999 byla ve firmě zahájena výroba těchto komponentů, přičemž v době svého vzniku zaměstnávala firma 30 zaměstnanců.

Společnost Pars Komponenty s.r.o. se zabývá vývojem a výrobou komponentů pro prostředky hromadné přepravy osob, zejména železničních vozů, metra, tramvají, trolejbusů, autobusů....

Nosným výrobním programem společnosti je výroba vnitřních a vnějších dveří, dveřních pneumatických a elektrických systémů, oken, zavazadlových polic, zdvihacích plošin pro imobilní cestující a interiérových mezistěn pro prostředky hromadné přepravy osob.

Cílem společnosti je uspokojit náročného zákazníka ve všech fázích nového komponentu pro nové nebo rekonstruované dopravní prostředky tak, aby bylo docíleno pohodlného a bezpečného užívání komponentů cílovými uživateli-spokojenými cestujícími.

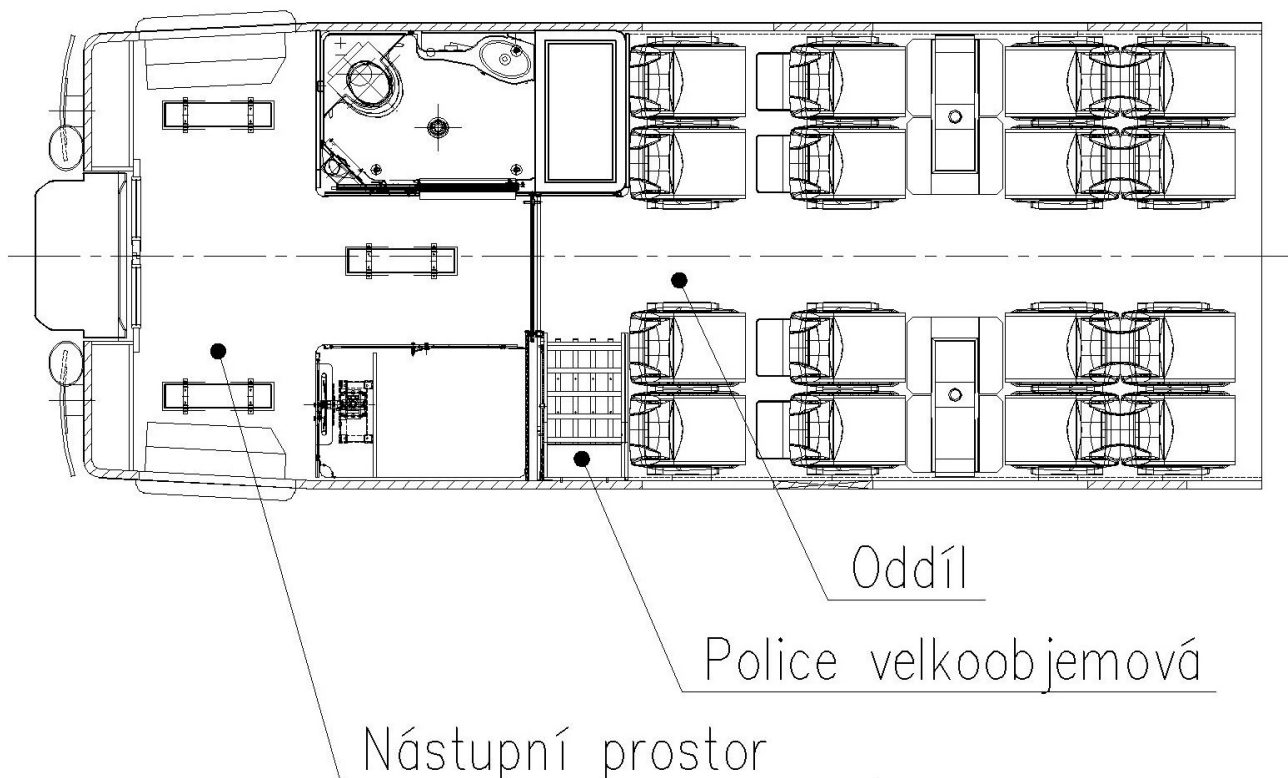
### Technická vybavenost

Společnost Pars Komponenty s.r.o. je vybavena moderním technickým a technologickým vybavením jak v oblasti vývoje a konstrukce, tak také samotné výroby. Konstrukční dokumentace komponentů je zpracována pomocí 3D softwaru Autodesk Inventor. Výroba je realizována na CNC obráběcích centrech, NC ohýbacích strojích, svařovacích agregátech s pulzním řízením a speciálních lepících zařízeních. V oblasti povrchových úprav je používána ekologická chemická předúprava povrchu s následnou aplikací práškových nebo kapalných nátěrových hmot. Kontrola zvláště složitých dílů a svařenců je zabezpečována digitálním 3D měřicím zařízením. [1]

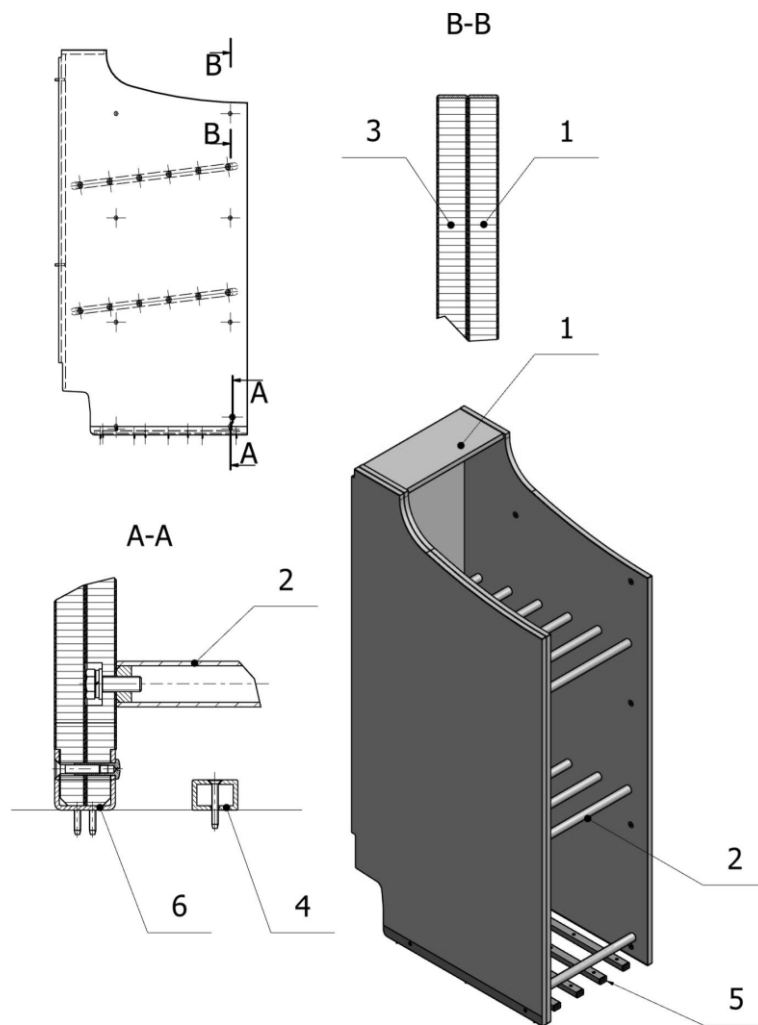
## 2.1 Volba představitele výroby

Jako představitele výroby jsem si vybral velkoobjemovou polici (Obr. 2.1-2) z výrobního programu Pars Komponenty s.r.o. Police velkoobjemová slouží k uložení objemných zavazadel a je umístěna v rohu oddílu za příčkou dělicí nástupní prostor od prostoru oddílu (Obr. 2.1-1).

Základem police dle (Obr. 2.1-2) je skříň (1) složená z dřevěných panelů, jejichž povrch je pokryt vysokotlakým laminátem. Nosnou část police tvoří nerezové trubky (2) připevněné mezi stěny dřevěné skříně pomocí šroubů. Na straně do oddílu je na polici umístěna krycí deska (3). Ve spodní části jsou do podlahy přišroubovány podlahové příčky (4), které zabráňují poškrábání podlahy při uložení zavazadla. Podlahové příčky jsou z pohledové strany zaslepeny krytkou (5). Police je ke stěně oddílu uchycena přes boční a zadní stěnu dřevěné skříně pomocí spojovacích šroubů. Do podlahy je police upevněna přes spodní příčku (6) pomocí vrtů a spojovacího kování. [1]



Obr.č.2.1-1: Umístění police[1]



Obr. 2.1-2 Velkoobjemová police[1]



## 2.2 Materiál součásti

Tato příčka je vyrobena z materiálů 1.4301, dle ČSN 17 240. Jedná se o chromniklovou korozi-vzdornou ocel používanou v chemickém a potravinářském průmyslu. Odolná proti korozi v prostředí běžného typu (voda, slabé kyseliny, průmyslové a velkoměstské atmosféry). Tato ocel je vhodná pro prostředí kyseliny dusičné, organických kyselin a nejrůznějších potravin. Je svařitelná ale v oblasti svaru náchylná k mezikrystalické korozi. [3]

### Mechanické vlastnosti oceli ČSN 17 240 (X5CRNI18-10)

**Tab. 2.2-1 Mechanické vlastnosti oceli [4]**

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Mez pevnosti $R_m$  | 520 – 7200 MPa |
| Mez kluzu $R_e$     | 210 MPa        |
| Tažnost $A_{80}$    | 45 %           |
| Žíhací teplota      | 1000-1100      |
| Modul pružnosti $E$ | 206 GPa        |

### Chemické složení oceli ČSN 17 240 (X5CRNI18-10)

**Tab. 2.2-2 Chemické složení oceli [4]**

| Chemické prvky | Hodnota [%] |
|----------------|-------------|
| C              | 0,08        |
| Cr             | 15-19       |
| Mn             | 2           |
| Ni             | 8-19        |
| S              | 0,03        |
| Si             | 1           |
| P              | 0,05        |

## 2.3 Technologický postup stávající technologie

### Postup výroby matice

**Průvodka - Plán výroby**

Pars Komponenty s.r.o. **PV/2013/66851** Počet průvodek v tiskové sadě : 1 Prův. číslo : 1

Průvodku vystavil : Petr Juchelka Dne : 15.4.2013 Průvodku tiskl : Marek Pavlica Dne : 25.4.2013

Výkres : 1.0156.89.115 Index změny: a Týden: **19**

Název : VLOŽKA

Zakázka : 4113099

Plán : Ks Termín průvodka: 9.5.2013 - 14.5.2013

PS : VD : Termín výroby hl. průvodka: 15.8.2013

Finální výrobek: 1.0156.89.01.0 POLICE VELKOOBJEMOVÁ - MONTÁŽ

**Nadřazené průvodky**

| Průvodka             | Kód zakázky | Množství | Dílňa | Sklad | Zkratka výrobku | Název výrobku       |
|----------------------|-------------|----------|-------|-------|-----------------|---------------------|
| II. na PV/2013/66847 |             |          |       |       | 1.0156.89.05.0  | POLICE VELKOBJEMOVÁ |
| I. na PV/2013/66850  | 4113099     | 52       | D3-2  | VYR   | 1.0156.89.11.0  | PŘÍČKA              |

| Číslo výkresu (Zkr1) | Název        | Rozměr  | Materiál | Op. | Druh | Zkratka 2 | Množství |
|----------------------|--------------|---------|----------|-----|------|-----------|----------|
| 1. KR_25H9_1.4301    | Tyč KR Nerez | KR_25h9 | 1.4301   | 010 | A    | 221038    | 0.7800m  |

| Č. op.   | Středisko | Dílňa | Prac. | Kód             | TP   | TJ  | Kód kontroly / přípravek | Kontrolní postup |
|--|-----------|-------|-------|-----------------|------|-----|--------------------------|------------------|
| 1.   | SH        | D1-1  | 102   | PV1130066851010 | 0.0  | 0.2 | - / -                    |                  |
| Řezat na délku pro požadovaný počet ks s přídávkem 4mm/ks + 15-20 mm pro upnutí celé tyče.   |           |       |       |                 |      |     |                          |                  |
| 2.   | 2         | D2-1  | 403   | PV1130066851020 | 10.0 | 4.0 | - / -                    |                  |
| soustružit prům 24, srazit hranu 2,5x45°, vrtat pro M10 + zahloubit + žezat závit M10-6H, zápich srazit hranu 0,5x45°, upíchnout na délku 10 |           |       |       |                 |      |     |                          |                  |

Průměrný čas na jednotku : 4.39 min.

Obr.č.2.3-1: Postup výroby matice[1]

### Postup Výroby Trubky

**Průvodka - Plán výroby**

Pars Komponenty s.r.o. **PV/2013/66852** Počet průvodek v tiskové sadě : 1 Prův. číslo : 1

Průvodku vystavil : Petr Juchelka Dne : 15.4.2013 Průvodku tiskl : Marek Pavlica Dne : 29.4.2013

Výkres : 1.0156.89.111 Index změny: Týden: **19**

Název : TRUBKA

Zakázka : 4113099

Plán : Ks Termín průvodka: 9.5.2013 - 14.5.2013

PS : VD : Termín výroby hl. průvodka: 15.8.2013

Finální výrobek: 1.0156.89.01.0 POLICE VELKOBJEMOVÁ - MONTÁŽ

**Nadřazené průvodky**

| Průvodka             | Kód zakázky | Množství | Dílňa | Sklad | Zkratka výrobku | Název výrobku       |
|----------------------|-------------|----------|-------|-------|-----------------|---------------------|
| II. na PV/2013/66847 |             |          |       |       | 1.0156.89.05.0  | POLICE VELKOBJEMOVÁ |
| I. na PV/2013/66850  | 4113099     | 26       | D3-2  | VYR   | 1.0156.89.11.0  | PŘÍČKA              |

| Číslo výkresu (Zkr1) | Název     | Rozměr     | Materiál | Op. | Druh | Zkratka 2 | Množství |
|----------------------|-----------|------------|----------|-----|------|-----------|----------|
| 1. TR_KR_30*3_1.4301 | Trubka KR | TR_KR_30*3 | 1.4301   | 010 | A    | 225018    | 11.7780m |

| Č. op.  | Středisko | Dílňa | Prac. | Kód             | TP  | TJ  | Kód kontroly / přípravek | Kontrolní postup |
|---|-----------|-------|-------|-----------------|-----|-----|--------------------------|------------------|
| 1.  | SH        | D1-1  | 102   | PV1130066852010 | 0.0 | 3.0 | - / -                    |                  |
| Pozor nesmí dojít k poškrábání + očistit + nařezané dílce vkládat do folie. Řezat na délku 451 -0+1mm |           |       |       |                 |     |     |                          |                  |
| 2.  | 1         | D2-2  | 922   | PV1130066852020 | 0.0 | 0.8 | - / -                    |                  |
| Ojehlít   |           |       |       |                 |     |     |                          |                  |

Průměrný čas na jednotku : 3.80 min.

Obr.č.2.3-2: Postup výroby trubky[1]

**Postup výroby sestavení dílce****Průvodka - Plán výroby****Pars Komponenty s.r.o. PV/2013/66850**

Počet průvodků v tiskové sadě : 1

Prův. číslo :

Strana : 1/1

1. kopie dokumentu

1

Průvodku vystavil : Petr Juchelka

Dne : 15.4.2013

Průvodku tiskl : Marek Pavlica

Dne : 25.4.2013

**Výroba**

Výkres : 1.0156.89.11.0

Index změny: a

Týden:

Název : PŘÍČKA

Zakázka : 4113099

Plán : 26 Ks

PS : VD :

Finální výrobek: 1.0156.89.01.0

Termín průvodky: 14.5.2013 - 24.6.2013

Termín výroby hl. průvodky 15.8.2013

POLICE VELKOOBJEMOVÁ - MONTÁŽ

**20****Nadřazené průvodky**

| Průvodka             | Kód zakázky | Množství | Dílňa | Sklad | Zkratka výrobku | Název výrobku                |
|----------------------|-------------|----------|-------|-------|-----------------|------------------------------|
| II. na PV/2013/66846 |             |          | EXP   |       | 1.0156.89.01.0  | POLICE VELKOBJEMOVÁ - MONTÁŽ |
| I. na PV/2013/68108  | 4113100     | 13       |       | VYR   | 1.0156.89.05.0  | POLICE VELKOBJEMOVÁ          |
| I. na PV/2013/66847  | 4113099     | 13       |       | VYR   | 1.0156.89.05.0  | POLICE VELKOBJEMOVÁ          |

| Číslo výkresu (Zkr1) | Název  | Rozměr         | Materiál | Op. | Druh | Zkratka 2 | Množství  |
|----------------------|--------|----------------|----------|-----|------|-----------|-----------|
| 1. 1.0156.89.111     | TRUBKA | TR KR 30x3-455 | 1.4301   | 010 | P    |           | 26.0000Ks |
| 2. 1.0156.89.115     | VLOŽKA | KR 25-10       | 1.4301   | 010 | P    |           | 52.0000Ks |

| Č. op.   | Středisko | Dílňa         | Prac. | Kód             | TP       | TJ             | Kód kontroly / přípravek                              | Kontrolní postup |
|--|-----------|---------------|-------|-----------------|----------|----------------|---|------------------|
| 1.   | 3 - D3 Sv | D3-2          | 203   | PV1130066850010 | 5.0      | 4.0            | - / -   |                  |
| Ustavit stehovat a svařit dle WPS-Fe-201-03 - závit chránit se zk. ČSN EN 287-1 a pracovní zk. |           |               |       |                 |          |                |   | Podpis .....     |
| 2.   | 2         | D2-1          | 401   | PV1130066850020 | 5.0      | 3.5            | - / -   |                  |
|  |           |               |       |                 |          |                | Zarovnat oboustraně čela na kotu 451+0/-0,5 včetně R1 | Podpis .....     |
| 3.   |           |               |       | PV1130066850030 | 50 400.0 | 0.0            | - / -   |                  |
| kartáčování - povrch matný, chránit před poškozením při manipulaci                             |           |               |       | KOOPERACE       |          |                |   | Podpis .....     |
| Průměrný čas na jednotku :   |           | 1 946.35 min. |       | Celkový čas :   |          | 50 605.00 min. |   |                  |

**Obr.č.2.3-3: Postup výroby sestavení dílce[1]****Metoda svařování MAG (135)**

Svařování v ochranné atmosféře aktivního plynu MAG patří k jedním z nejrozšířenějších metodám svařování. Svařování metodou MAG je založeno na hoření obloukou mezi tavící se elektrodou ve formě drátu a základním materiálem v ochranné atmosféře aktivního plynu. Napájení drátu elektrickým proudem je zajištěno třecím kontaktem v ústí hořáku tak, aby elektricky zatížená délka drátu byla co nejkratší. Drát je podáván podávacími kladkami umístěnými v podavači, vlastním hořáku, nebo kombinací obou systémů z cívky o běžné hmotnosti 15 kg. Proudová hustota je u svařování MAG ze všech metod nejvyšší.

Ochranná atmosféra se volí podle druhu svařovaného materiálu, ovlivňuje však také přenos kapek v oblouku, rozstřík, rozsah chemických reakcí a teplotní poměry v oblouku. [6]

**Typový technologický postup svařování**

TQ2120-04

Typový technologický postup svařování - (WPS)

WPS č.: Fe-201-03

Aktualizace č.: 1

Doklad číslo: WPS- Fe-201-03  
 WPQR číslo: ZL-05-030/RS01  
 Metoda svařování: 135, MAG  
 Typ a velikost svaru: 2 půl Y  
 Druh přípravy a čištění: před a po svař. očistit

Specifik. základ. materiálu:  
 Skupina materiálu: 8.1 dle CR ISO 15608  
 Tloušťka materiálu: 2,5 - 8,0mm ; 5,0 – 16,0mm  
 Vnější průměr v mm: -  
 Poloha při svařování: PA

| Příprava svarového spoje   | Postup svařování                                  |
|--|---|
| <p>           b - 0-0,5 mm<br/>           c - 2,0-2,5<br/>           d -<br/>           s<sub>1</sub> - 2,5-8,0<br/>           s - 5,0-16,0<br/>           D -<br/>           D<sub>1</sub> -<br/>           R -<br/> <math>\alpha</math> - 40°-60°         </p> | 1. Sestavit, aretovat a stehovat.<br>2. Svařovat. |

| Vrstva | Metoda svařování | Průměr přídatného materiálu (mm) | Proud (A) | *) Napětí   | *) Polarita   | *) Rychlost podávání drátu (m/min) | *) Rychlost svařování (cm/min) | Tepelný příkon (kJ/cm) |
|--------|------------------|----------------------------------|-----------|-------------|---------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
|        |                  |                                  |           | **) Balance | **) Frekvence | **) Počáteční proud (A)            | **) Koncový proud (A)          |                        |
| 1.     | 135 (MAG)        | 1,0                              | 120-170   | 16-21       | =/+           | 5,5-8,5                            |                                |                        |
|        |                  |                                  |           |             |               |                                    |                                |                        |
|        |                  |                                  |           |             |               |                                    |                                |                        |

\*) Platí pro metodu svařování 131 a 135. \*\*) Platí pro metodu svařování 141.

**Přídavný materiál:**

Klas. příd. materiálu: ČSN EN ISO 14343-A, G 18 8 Mn

Označení příd. materiálu: např. OK AUTROD 16.95

Zvláštní předpis pro sušení:

**Ochranný plyn:** ČSN EN ISO 14175, M21

Průtokné množství plynu: 12-15 (l / min)

Ochrana kořene: -

Druh wolframové elektrody: -

Teplota předehřátí: -

Teplota interpass: -

Další informace, např. pohyb (rozkyv,

Max. šířka housenky): -

Rozkyv-amplituda, frekvence

čas prodlevy: -

Podrobnosti k přerušovanému

svařování: -

Nastavení úhlu hořáku: -

Směr svařování: -

Obr.č.2.3-4: Typový technologický postup[1]

### 3 Návrh nové technologie výroby pomocí lepení

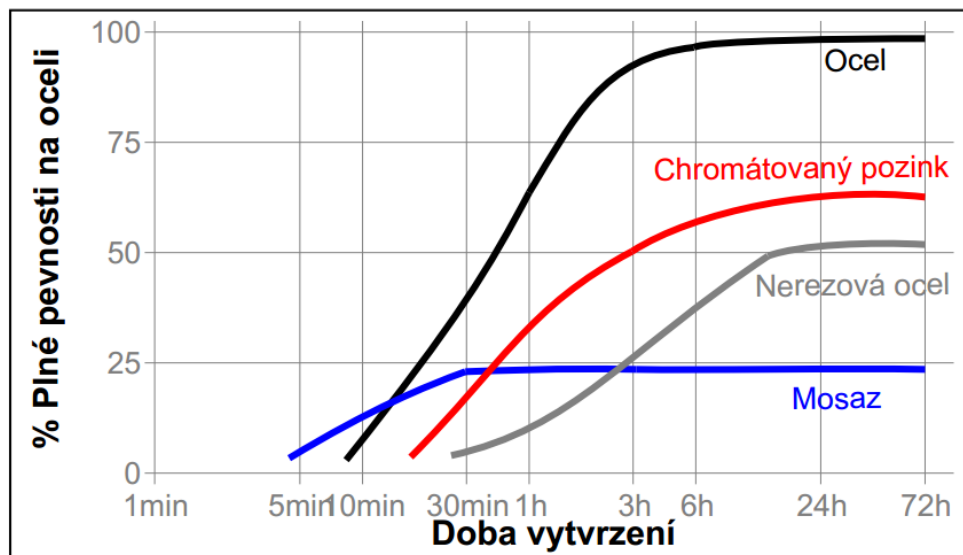
Při návrhu nové technologie příčky velkoobjemové police je zaměřeno na úsporu času a finančních prostředků, která je ušetřena při lepení místo svařování. Technologický postup vložky se liší v tom, že při přípravě svařované plochy musíme srazi hranu, v novém postupu tedy ušetřím 0,5 minuty. Technologický postup trubky se nijak neliší.

#### 3.1 Použité lepidla

Při volbě byla použita lepidla, která patří mezi anaerobně vytvrzující, kde tvrdidlo je již předem přimíchané, ale blokové. Vyvolání vytvrzení dojde tehdy, když je splněna podmínka jak zamezení přístupu vzduchu, tak že lepený materiál musí být kovový. Tyto lepidla mají velkou pevnost a odolnost vůči chemikáliím a tepelným změnám, ale jsou velmi křehká a závislá na materiálu konstrukčního dílu. Tyto lepidla se používají k zajištění šroubů, spojení hřídel-náboj (uložení ložisek), nebo k utěsnění (utěsnění závitů, plošné utěsnění). [10]

##### **Loctite 2701:**

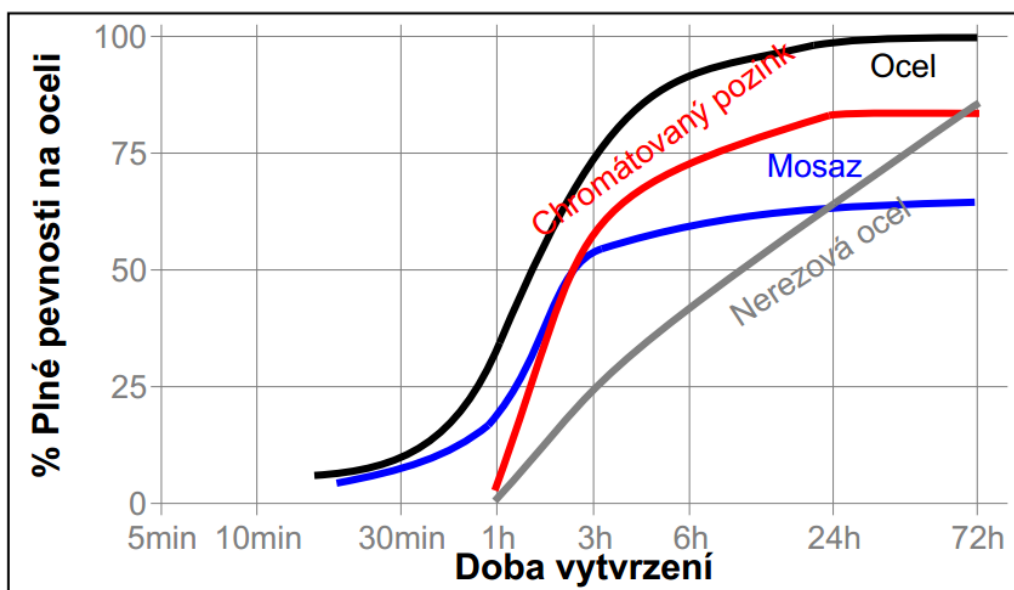
- Zajišťovač závitů s vysokou pevností, zvláště na chromované povrchy
- Vysoká pevnost
- Provozní teplota: -55°C až +150 °C
- Maximální rozměr závitů do M20
- Produkt vytvrzuje bez přístupu vzduchu ve spáře mezi lepenými kovovými povrchy a zabraňuje uvolnění či prosakování spoje
- Rychlost vytvrzování závisí na lepeném materiálu
- Graf níže ukazuje závislost pevnosti ve smyku na čase na ocelovém čepu a kroužku pro různé materiály.[5]



Obr.č.3.1-1: Doba vytvrzení lepidla loctite 2701 [5]

**Loctite 278:**

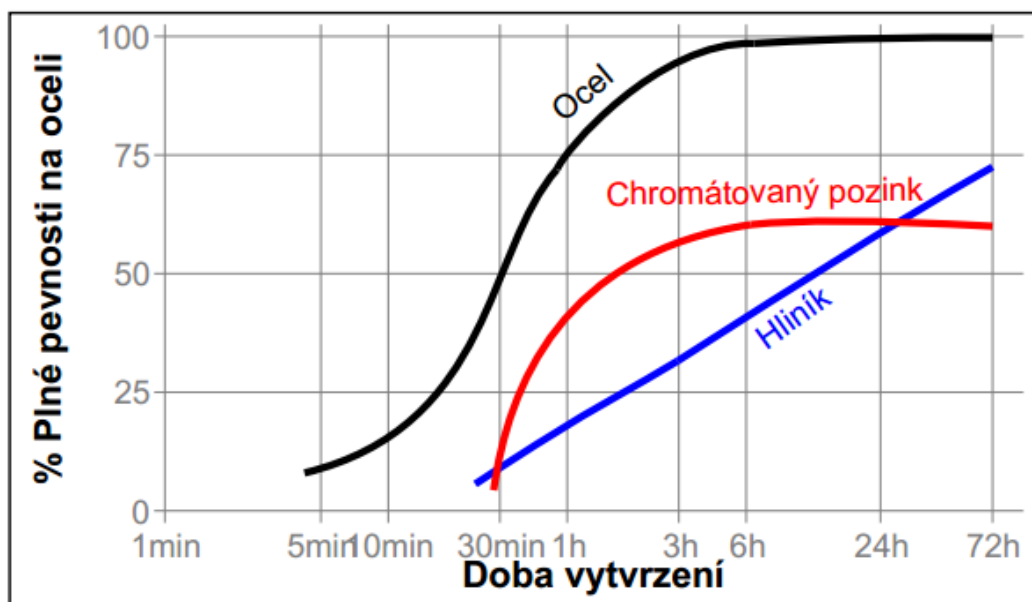
- Zajišťovač závitů s vysokou pevností, odolný vůči vysokým teplotám
- Vysoká pevnost
- Provozní teplota:  $-55^{\circ}\text{C}$  až  $+200^{\circ}\text{C}$
- Maximální rozměr závitů do M36
- Produkt vytvrzuje bez přístupu vzduchu ve spáře mezi lepenými kovovými povrchy a zabraňuje uvolnění či prosakování spoje
- Rychlost vytvrzení závisí na lepeném materiálu
- Graf níže ukazuje závislost pevnosti ve smyku na čase na závit M10. [5]



Obr.č.3.1-2: Doba vytvrzení lepidla loctite 278 [5]

**Loctite 638:**

- Upevňovač s vysokou pevností, univerzální
- Dobrá odolnost vůči dynamickému namáhání, axiálnímu a radiálnímu zatížení
- Vhodný pro hřídele, ozubená kola, řemenice a podobné válcované součásti
- Provozní teplota: -55°C až +150 °C
- Produkt vytvrzuje bez přístupu vzduchu ve spáře mezi lepenými kovovými povrchy a zabráňuje uvolnění či prosakování spoje
- Rychlost vytvrzení závisí na lepeném materiálu
- Graf níže ukazuje závislost pevnosti ve smyku na čase na ocelovém čepu a kroužku pro různé materiály. [5]



Obr.č.3.1-3: Doba vytvrzení lepidla loctite 638 [5]



## 4 Zpracování výsledků zkoušek lepených vzorků

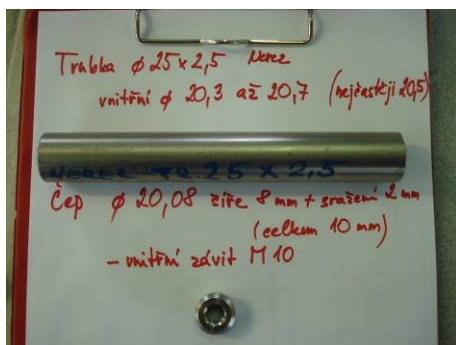
V praktické části místo svařování byla použita lepidla od firmy Loctite(2701, 278,638). Byla vyzkoušena, zda se po tahovém a symkovém zatížení budou vyhovovat pro požadované hodnoty.

### 4.1 Příprava

Ke zkouškám si připravím tři výše uvedené lepidla od firmy Loctite, momentový klíč, trubky a matice (viz obr.č.4.1-1,2,3). Pro odmaštění lepených ploch bylo použito čističe od firmy Weicon, který odsraňuje olejové a tukové nečistoty. Rychle se odpařuje a čistí beze zbytku.



Obr.č.4.1-1: Použité prostředky ke zkoušce



Obr.č.4.1-2: Trubka

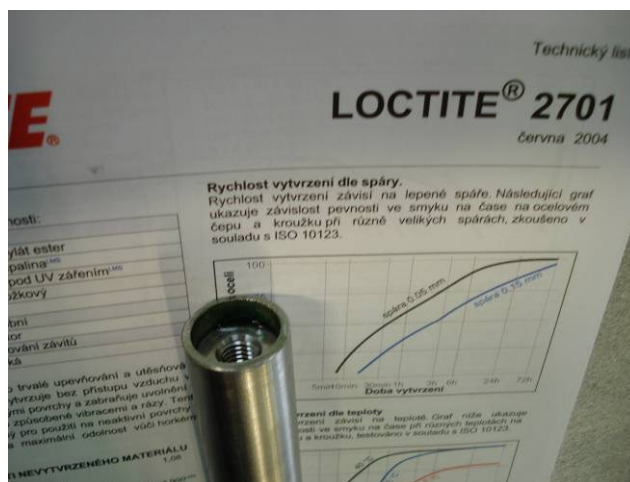


Obr.č.4.1-3: Matice

## 4.2 Vzorky lepení

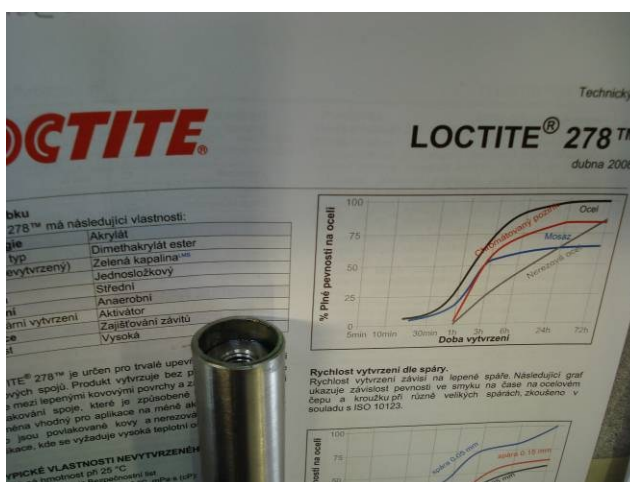
Bylo provedeno zalepení matic do trubky poté se počkalo než se lepený spoj vytvrdí (viz obr.č.4.2-1,2,3)

- a.) Vzorek lepení lepidla loctite 2701-Maximální vytvrzení u nerezových ocelí dle technických listů lepidla Loctite 2701 už nstává po 24 hodinách, pro absolutní jistotu vytvrzení jsem nechal vzorek vytvrzovat po dobu 72 hodin.



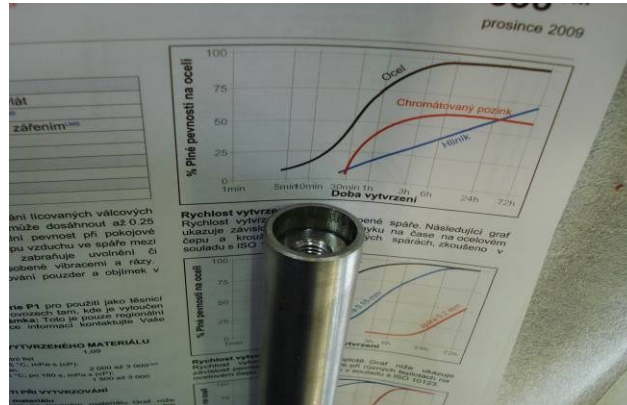
Obr.č.4.2-1: Vzorek 2701

- b) Vzorek lepení lepidla loctite 278-Maximální vytvrzení u nerezových ocelí dle technických listů lepidla Loctite 278 nstává po 72 hodinách, pro absolutní jistotu vytvrzení byl vzorek ponechán vytvrdit 96 hodin.



Obr.č.4.2-2: Vzorek 278

- c) Vzorek lepení lepidla loctite 638-Dobu kdy nastává maximální vytvrzení u lepidla Loctite 638 jsem nenašel. Pro absolutní jistotu vytvrzení bylo lepidlo ponecháno vytvrdit na dobu 120 hodin.



Obr.č.4.2-3: Vzorek 638

### 4.3 Zkouška na krut u zalepených vložek

- a) Vzorek s lepidlem Loctite 638-Po vytvrzovací době 120 hodin byl vzorek podroben zkoušce na krut při této zkoušce došlo k zalomení šroubu a následném vyšroubování byla hodnota odečten z budíku 98 Nm.( viz. Obr.č.4.3-1)



Obr.č.4.3-1: Postup zkoušky na krut lepidlem 638

- b) Vzorek s lepidlem loctite 278-Po vytvrzovací době 96 hodin byl vzorek podroben zkoušce na krut. Naměřená hodnota byla odečtena z budíku a to 48 Nm. (Viz. Obr.č.4.3-2)



Obr.č.4.3-2: Postup zkoušky na krut lepidlem 278

- c) Vzorek s lepidlem loctite 2701-Po absolutní době vytvrdnutí, která činila 72 hodin, byl vzorek podroben zkoušce na krut. Naměřená hodnota z budíku činila 28 Nm.( viz obr.č.4.3-4)



Obr.č.4.3-4: Postup zkoušky na krut lepidlem 2701



#### 4.4 Zkouška na smyk u zalepených vložek

- a) Vzorek s lepidlem loctite 638-Po zalepení vložky z druhé strany a maximální doby vytvrzování, která byla 120 hodin, byla provedena zkouška na smyk. Naměřená hodnota u této zkoušky byla 36 Nm. (viz obr.č.4.4-5)



obr.č.4.4-5:Postup zkoušky na smyk lepidlem 638

- b) Vzorek s lepidlem loctite 278- Po zalepení vložky z druhé strany a maximální doby vytvrzování, která byla 96 hodin, byl vzorek podroben zkoušce na smyk. Naměřená a odečtená hodnota u této zkoušky byla 12 Nm.(viz obr.č.4.4-6)



obr.č.4.4-6:Postup zkoušky na smyk lepidlem 278

- c) Vzorek s lepidlem 2701- Po zalepení vložky z druhé strany a maximální doby vytvrzování, která byla 72 hodin, byl vzorek podroben zkoušce na smyk. Naměřená a odečtená hodnota u této zkoušky byla 20 Nm.(viz obr.č.4.4-11)



obr.č.4.4-11:Postup zkoušky na smyk lepidlem 2701

## 4.5 Zhodnocení měření

Bylo provedeno zalepení vložek do trubky pomocí tří druhů lepidel uvedené v předchozí kapitole. Dané lepené spoje byly podrobeny jak zkoušce na Krut, tak zkoušce na Smyk. Trhání zalepených vložek bylo provedeno pomocí šroubu M10 a momentového klíče s ukazatelem momentu. Výsledné hodnoty jsou znázorněné v níže vypracované tabulce (viz Tab.č.4.5-1).

Tab.č.4.5-1:Výsledky zkoušek

|              | <b>Dosažená<br/>Hodnota [Nm]</b> |             |
|--------------|----------------------------------|-------------|
|              | <b>KRUT</b>                      | <b>SMYK</b> |
| lepidlo      |                                  |             |
| Loctite 638  | <b>98</b>                        | <b>36</b>   |
| Loctite 278  | <b>48</b>                        | <b>12</b>   |
| Loctite 2701 | <b>28</b>                        | <b>20</b>   |

Podle zjištěných hodnot dopadlo nejlépe lepidlo loctite 638 u kterého se podařilo i zalomit šroub M10. Při vyšroubování byla naměřena hodnota 70 Nm a při opětovném provedení zkoušky na krut byla naměřena hodnota 98 Nm než došlo k protočení vložky.

## 5 Technicko – ekonomické zhodnocení stávající a navrhnuté technologie

Porovnání nově navrhované (lepení) a stávající(svařování) technologie výroby. Je zpracováno podle Metodiky stanovení spotřeby času a Metodiky normování výkonu.

### 5.1 Stanovení normo minut pro stávající technologii a navrhovanou technologii

#### Stávající technologie:

Dle technologických postupů(viz příloha x) je jednicový normo čas stanoven takto:

$$T_{JST} = T_{MST} + T_{TST} + T_{SV} = 4,39 + 3,80 + 9 = 17,19 \text{ min}$$

$$T_{SV} = T_P + T_J = 5 + 4 = 9 \text{ min}$$

$T_{JST}$  - Celkový jednicový normo čas stávající technologie

$T_{MST}$  - jednicový normo čas na výrobu matice

$T_{TST}$  - jednicový normo čas na výrobu trubky

$T_{SV}$  - jednicový normo čas svařování

$T_P$  - přípravný čas pro svařování

$T_J$  - jednicový normo čas pro svařování

**Navrhovaná technologie:**

V navrhnuté technologii se jednicový normo čas na výroby trubky od stávající technologie neliší, tedy  $T_{TST} = T_{TNT}$ . Při výrobě vložky odpadá operace sražení hrany, v navrhnuté technologii tedy ušetřím 0,39 min. Jednicový čas lepení byl změřen na 0,5 minuty.

$$T_{JNT} = T_{MNT} + T_{TNT} + T_L = 4 + 3,80 + 0,5 = 8,3 \text{ min}$$

TJNT-Celkový jednicový normo čas navrhnuté technologie

TPNT-jednicový normo čas příčky navrhnuté technologie

TL- jednicový čas pro lepení

**Porovnání jednicových časů stávající a nově navrhnuté technologie:**

$$T_{CU} = T_{JST} - T_{JNT} = 17,19 - 8,3 = 8,89 \text{ min}$$

$T_{CU}$ - celkový jednicový ušetřený čas

Bylo zjištěno, že při použití navrhnuté technologie bude ušetřeno 8,89 min na jednotku.

## 5.2 Výpočet dávkového času pro stávající a navrhovanou technologii

Velkoobjemová police se skládá z 13 příček, každá příčka obsahuje 2 matice. Na výrobu jedné police bude potřeba 13 trubek a 26 matic. Roční dávka ve firmě Pars komponenty činí 24 kusů, měsíční 2 kusy.

**Stávající technologie:**

$$T_{DST} = T_{MST} \cdot n_M + T_{TST} \cdot n_T + T_P + T_J \cdot n_C = 4,39 \cdot 26 + 3,80 \cdot 13 + 5 + 4 \cdot 26 = 272,54 \text{ min}$$

$$T_{MDST} = 2 \cdot T_{DST} = 545,08 \text{ min}$$

$$T_{RDST} = 12 \cdot T_{DST} = 6540,96 \text{ min}$$



$T_{DST}$ -dávkový čas

$n_M$ -počet matic

$n_T$ -počet trubek

$n_C$ -počet cyklů

$T_{MDST}$ -měsíční dávka

$T_{RDST}$ -roční dávka

### Navrhovaná technologie:

$$T_{DNT} = T_{MNT} \cdot n_M + T_{TNT} \cdot n_T + T_L \cdot n_C = 4 \cdot 26 + 3,80 \cdot 13 + 0,5 \cdot 26 = 166,40 \text{ min}$$

$$T_{MDNT} = 2 \cdot T_{DNT} = 2 \cdot 166,4 = 332,80 \text{ min}$$

$$T_{RDNT} = 12 \cdot T_{DNT} = 24 \cdot 166,40 = 3993,60 \text{ min}$$

### Porovnání měsíčních a ročních dávek stávající a navrhované technologie:

$$T_{UM} = T_{MDST} - T_{MDNT} = 545,08 - 332,80 = 212,28 \text{ min}$$

$$T_{UR} = T_{RDST} - T_{RDNT} = 6540,96 - 3993,60 = 2547,36 \text{ min}$$

$T_{UM}$ -Uspořený měsíční čas

$T_{UR}$ -Uspořený roční čas

**Tab.5.1: Porovnání dávek**

|                           | Měsíční dávka<br>[min] | Roční dávka<br>[min] |
|---------------------------|------------------------|----------------------|
| Stávající<br>technologie  | 545,08                 | 6540,96              |
| Navrhovaná<br>technologie | 332,80                 | 3993,60              |
| Uspořený čas              | <b>212,28</b>          | <b>2547,36</b>       |

Při navrhované technologii pomocí lepení je uspořený čas při měsíční dávce 2 kusů 212,28 minut. U roční dávky 24 kusů činí uspořený čas 2547,36 minut.

### 5.3 Výpočet úspory nákladů pro stávající a navrhovanou technologii

Základní hodinové sazby dělníků ve firmě Pars Komponenty s.r.o v roce 2012. V práci jsou použity jednotky [min] proto ceny jsou převedeny na hodnoty minutové sazby dělníka.

Sazby jednotlivých dělníků:

- Svářeč-3 Kč za minutu
- Lepič-2,1 Kč za minutu

#### Výpočet ročních a měsíčních nákladů pro stávající technologii:

Měsíční náklady:

$$N_{MST} = n_M (T_P + T_J \cdot n_C) \cdot N_S = 2 \cdot (5 + 4 \cdot 26) \cdot 3 = 654 \text{ Kč}$$

$N_{MST}$ -Celkové měsíční náklady stávající technologie

$N_S$ -sazba svářeče

$n_M$ -měsíční dávka

Roční náklady:

$$N_{RST} = 12 \cdot N_{MST} = 12 \cdot 654 = 7848 \text{ Kč}$$

$N_{RST}$ -Celkově roční náklady navrhované technologie

**Výpočet ročních a měsíčních nákladů pro navrhovanou technologii:**Měsíční náklady:

$$N_{MNT} = N_M \cdot (T_L \cdot n_C) \cdot N_L = 2 \cdot (0,5 \cdot 26) \cdot 2,1 = 55 \text{ Kč}$$

$N_{MNT}$ -Celkové měsíční náklady navrhované technologie

$N_m$ -měsíční dávka

$N_L$ -sazba lepiče

Roční náklady:

$$N_{RNT} = 12 \cdot N_{MNT} = 12 \cdot 55 = 660 \text{ Kč}$$

$N_{RT}$ -Celkově roční náklady navrhované technologie

**Porovnání ročních a měsíčních nákladů stávající a navrhované technologie**

$$N_{UM} = N_{MST} - N_{MNT} = 654 - 55 = 599 \text{ Kč}$$

$$N_{UR} = N_{RST} - N_{RNT} = 7848 - 660 = 7188 \text{ Kč}$$

$N_{UM}$ -Celkové ušetřené náklady za měsíc

$N_{UR}$ -Celkové ušetřené náklady za rok

**Tab.5.2: Porovnání nákladů**

|                           | Měsíční náklady<br>[Kč] | Roční náklady<br>[Kč] |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Stávající<br>technologie  | 654                     | 7848                  |
| Navrhovaná<br>technologie | 55                      | 660                   |
| Uspořené náklady          | <b>599</b>              | <b>7188</b>           |

**Zhodnocení výsledků**

Při porovnání stávající technologie a navrhované vyplývá, že navrhovaná technologie pomocí lepení příčky velkoobjemové police přinese z hlediska nákladů úsporu. Zvolená technologie tedy splnila účel a může se tedy ve firmě Pars Komponenty s.r.o. využívat.

## 6 Závěr

Hlavním cíle této bakalářské práce při návrhu lepeného spoje příčky velkoobjemové police, bylo vytvořit nový návrh technologie výroby v rámci možností ve firmě Pars Komponenty s.r.o. Úkolem bylo provést rozbor dosavadní technologie, poté provést návrh nové technologie lepení, včetně volby lepidla.

Jako hlavní změna navrhované technologie byla provedena celková změna technologie spojení, která byla zvolena pomocí lepení místo stávající technologie svařování. Pro lepení byly použity lepidla od firmy Loctite. Navrhovaná technologie nám snižuje výrobní časy.

Když se zaměříme na hledisko, které se týká ekonomiky a vyjdeme z předchozích výpočtů, dojdeme k závěru, že u navrhované technologii dojde k úspoře nákladů a je tedy pro nás výhodnější. Navrhovanou technologii tedy můžeme zařadit do výrobního programu firmy Pars komponenty s.r.o.

Ná závěr bych chtěl poděkovat firmě Pars komponenty s.r.o a oddělení výzkumu a vývoje, za poskytnutí informací pro vypracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat také technickému řediteli panu Ing. Jiřímu Schreierovi, MBA, který mi poskytl kvalitní podmínky k vypracování. Největší poděkování patří vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Marku Pavlicovi za cenné rady při vypracování bakalářské práce.

## Seznam použité literatury

- [1] Interní záležitosti firmy Pars Komponenty s.r.o
- [2] OSTEN, M: Práce s lepidly a tmely, SNTL Praha, 1982. 283 s.
- [3] FIRMA. *Stará plus*, v.o.s. [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z:  
<http://www.stara.cz/technicke-informace/material-a-mechanicke-vlastnosti-nerezovych-sroubu-a-matic.html>
- [4] FIRMA. *Inox, spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z: <http://inoxspol.cz/nerezova-ocel-14301.html>
- [5] FIRMA. *Loctite* [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z: <http://www.loctite.cz/homepage.htm>
- [6] Kubíček, J., Technologie svařování;
- [7] Kaláb, K. Části a mechanismy strojů: Části spojovací, 2012th ed.; Ostrava,
- [8] Švorčík, V., Polymery
- [9] Technologie lepení v automobilovém průmyslu [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z:  
[http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud\\_materialy/spt/lepeni.pdf](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/spt/lepeni.pdf)
- [10] HABENICHT G. *Applied Adhesive Bonding: A practical Guide for Flawless Results*. WILEY-VCH Verlag GmbH and KGaA, Weinheim 2009. ISBN 978-3-527-32014-1.
- [11] ADAMS R.D.: *Adhesive Bonding-Science, Technology, Applications* Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK, 2005. ISBN 1-85573-741-8.
- [12] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl* Ostrava: Ediční středisko VŠB- Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [13] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 2. díl* Ostrava: Ediční středisko VŠB- Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.

## **Seznam příloh**

|             |  |
|-------------|--|
| Příloha č.1 | Výkres sestavy příčky (č. v. 1.0156.89.11.0) |
| Příloha č.2 | Výrobní výkres vložky (č. v. 1.0156.89.115)  |
| Příloha č.3 | Výrobní výkres trubky (č. v. 1.0156.89.111)  |
| Příloha č.4 | Technický list lepidla loctite 638           |
| Příloha č.5 | Technický list lepidla loctite 2701          |
| Příloha č.6 | Technický list lepidla loctite 278           |